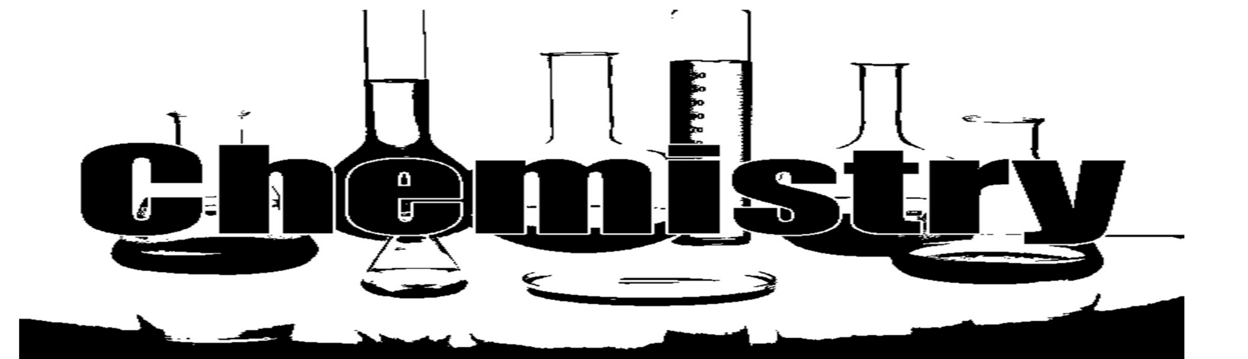


للصف السادس علمي
الفرع الاحيائي

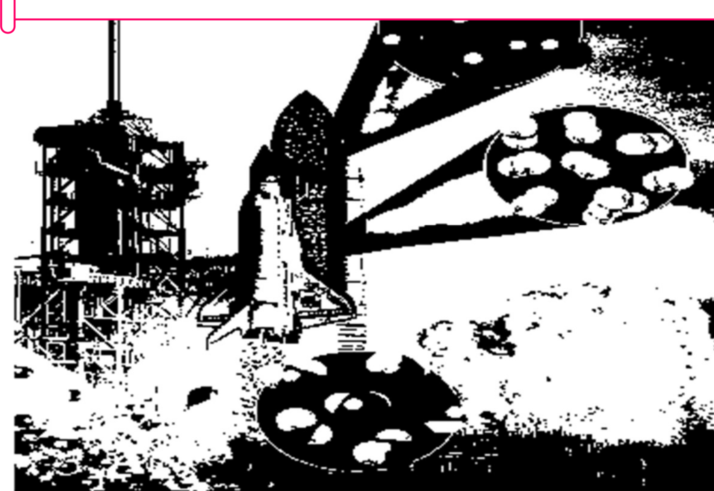
اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

07807502408

الفصل الأول
الثرموادينمك

تنضيد و طباعة : حسنين ضياء آل تاجر 07719610003



الفصل الأول / الثرموداينمك

الثرموداينمك :- هو علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ويهدف لتحويل اكبر قدر من الطاقة الحرارية الناتجة من الاحتراق إلى أنواع أخرى من الطاقة

أهمية علم الثرموداينمك

1- يفسر سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .
2- يتنبأ بحدوث التغيرات الفيزيائية و الكيميائية .
3- يفسر حدوث التفاعلات تلقائياً و عدم حدوث تفاعلات أخرى بشكل تلقائي تحت نفس الظروف .
4- يفسر حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية .

وحدات الطاقة ودرجات الحرارة

وحدة قياس الطاقة :- هي الجول (Joule) ويرمز لها (J) . $J = 1\ kg\ .\ m^2 / s^2$

وحدة قياس الدرجة الحرارة :- في الثرموداينمك هي الكلفن (k) . $T\ (K) = t\ (c^\circ) + 273$

مصطلحات ثرموداينمكية

النظام: جزء من الكون الذي تهتم بدراسته ويتكون من المادة أو المواد المشتركة في حدوث تفاعل كيميائي أو تغير فيزيائي.

المحيط : كل ما يحيط بالنظام و يؤثر عليه من تغيرات فيزيائية و كيميائية .

المجموعة: تعبير يطلق على النظام و المحيط . المجموعة = المحيط + النظام

أنواع الأنظمة

النظام المفتوح :- هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام و المحيط تسمح بتبادل مادة النظام و طاقته مثل اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

النظام المغلق :- هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام و المحيط تسمح بتبادل الطاقة فقط و لا تسمح بتغير مادة النظام مثل إناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .

النظام المعزول :- هو نظام لا تسمح حدوده بتبادل الطاقة أو المادة مع المحيط مثل (الثرموس).

الحرارة (Heat)

الحرارة (q) : هي احد أشكال الطاقة الشائعة في الحياة و هي انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين مختلفين في درجة الحرارة .

درجة الحرارة (T) : هي مقياس للطاقة الحرارية .

الكيمياء الحرارية : هو علم يهتم بدراسة الحرارة الممتصة و المنبعثة و المتحررة نتيجة التغيرات الفيزيائية و الكيميائية .

دالة الحالة : هي تلك الخاصية أو الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير . و الحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق أو المسار الذي تتم من خلاله.

الخواص الشاملة : هي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة الحجم و السعة والحرارة والانثالبي و الانتروبي .

الخواص المركزة : هي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط والكثافة ودرجة الحرارة و الحرارة النوعية.

السعة الحرارية (C) : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة (m) غرام ((m (g) من أي مادة درجة سيليزية واحدة وحدتها (J / C) .

C = السعة الحرارية ، q = الحرارة ، $q = C \times \Delta T$ (الحرارة)

الحرارة النوعية (S) : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من المادة (1 g) درجة سيليزية واحد وحدتها (J / g - c°) .

q = الحرارة . ∴ تصبح العلاقة $C = \varsigma \times m$

ς = زيتا . $q = \varsigma \times m \times \Delta T$

m = الكتلة . $\Delta T = (T_f - T_i)$

ΔT = التغير في درجة الحرارة .

مثال (1 – 1) ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها (870 g) من 5 C° إلى 95 C° ؟ علماً إن الحرارة النوعية للحديد 0.45 J / g . c°

الحل // $\Delta T = T_f - T_i$

$= 95\ c^\circ - 5\ c^\circ$

$= 90\ c^\circ$

$q = \varsigma . m . \Delta t$

$q = 0.45 \times 870 \times 90$

$q = 35235\ J$



2013
تمهيدي

تمرين (1 – 1) تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنسيوم كتلتها (10 g) من 25 c° إلى 45 c° مع اكتساب حرارة مقدارها (205 J) . احسب الحرارة النوعية للمغنسيوم ؟

الحل //

$\Delta T = T_f - T_i$

$= 45 - 25$

$= 20\ c^\circ$

$q = \varsigma . m . \Delta t$

$205 = \varsigma \times 10 \times 20$

$\varsigma = \frac{205}{200} = 1.03\ J/g.C^\circ$

المسعر الحراري : هو جهاز يستخدم لقياس حرارة التفاعل الممتصة أو المنبعثة عند ثبوت الضغط (أنثالبي التفاعل) و يتكون من وعاء تفاعل مغمور في كمية من الماء معروفة الكتلة و موجودة في وعاء معزول عزل جيد حيث أن الحرارة المتحررة في التفاعل ترفع درجة حرارة الماء والمسعر لذا يمكن قياس كميتها من ألزيادة في درجة الحرارة .

خطوات الحل في أسئلة المسعر

1) نحسب كمية الحرارة المنبعثة نتيجة الاحتراق $q = ζ(H2O) . m(H2O) . ΔT$

$ΔT = TF – TI$

2) نحسب عدد مولات المادة المحروقة $n = \frac{m}{M}$

3) نحسب كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت q_p

$q_p = \frac{q}{n}$

4) نحسب ΔH للتفاعل بضرب q_p بعد المولات المحروقة

$ΔH = q_p * mol = ΔH$

ملاحظة / يجب وضع إشارة سالبة للناتج لأنه تفاعل احتراق داخل المسعر .

تمرين (1 – 2) تم حرق (3 g) من مركب الهيدرازين (N_2H_4) كتلته المولية (32 g / mol) في مسعر مفتوح يحتوي على (1000 g) في الماء الحرارة النوعية للماء(4.2 j / g . c°) فأن درجة الحرارة ترتفع من (24.6 C°) الى(28.2C°)احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق وانثالبي الاحتراق لمول واحد من الهيدرازين بوحدات KJ / mol على فرض أن السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل// نحسب كمية الحرارة المنبعثة للمسعر

$ΔT = T2 – T1$

$= 28.2 – 24.6 = 3.6C°$

$q = ζ . m . ΔT$

$q = 4.2 \times 1000 \times 3.6$

$q = – 15120 J$

توضع إشارة سالبة لأنه تفاعل احتراق

$n(N_2H_2) = \frac{m}{M} = \frac{3}{32} = 0.093 mol$

نحسب كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت q_p

$ΔH = q_p = \frac{q}{n} = \frac{-15120}{0.093} = - 162580 J / mol$



2013
دور اول

ΔH لمول واحد

$ΔH = q_p = –162580 \quad J$

$= \frac{-162580}{1000} = –162.58 KJ$

س / اذا تم حرق عينة كتلتها (6 g) من حامض الخليك (M = 60 g/mol) بوجود كمية كافية من غاز O_2 و كان المسعر يحتوي على (800 g) من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.c°) فارتفعت حرارة المسعر من 25C° الى 30C° احسب كمية الحرارة المنبعثة نتيجة احتراق (2 mol) من الحامض بوحدات Kj على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

وزاري 2015 دور ثالث

الحل // نسحب أولا كمية الحرارة المنبعثة للمسعر

$\Delta T = T_F - T_I$

$= 30 - 25 = 5C°$

$q = \zeta \cdot m \cdot \Delta T$

$q = 4.2 \times 800 \times 5$

$q = -16800$ J

نحسب مولات المادة المحروقة

$n_{خليك} = \frac{m}{M} = \frac{6}{60} = 0.1$ mol

نحسب كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت q_p

$\Delta H = q_p = \frac{q}{n} = \frac{-16800}{0.1} = -168000$ J / mol

$\Delta H = q_p = -168000$ J

ΔH لمولين

$\Delta H = -168000 \times 2 = -336000 \text{ J} = \frac{-336000}{1000} = -366 \text{ Kj}$

الانثالبي (Enthalpy (H))

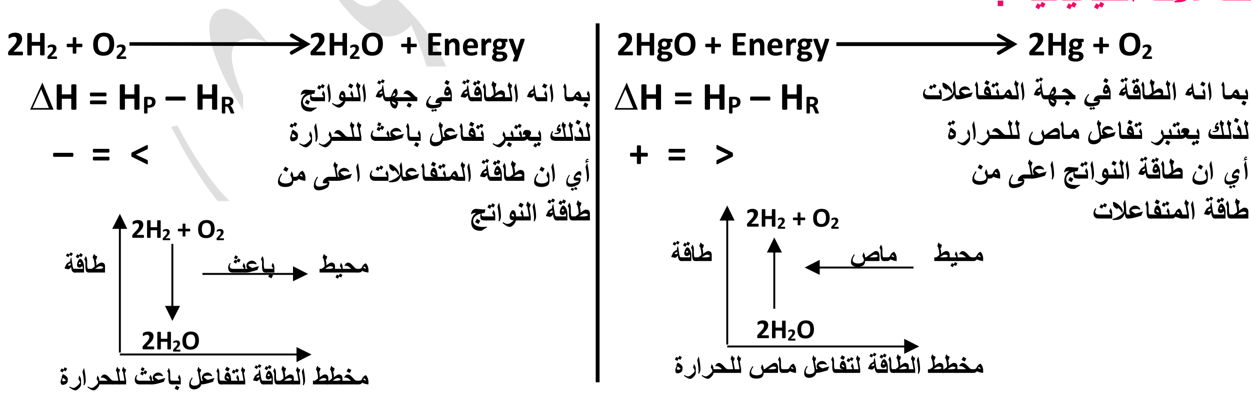
دالة حالة ثرموداينميكية و خاصية شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة أو المتحررة المقاسة بثبوت الضغط ويرمز لها (H) ولا يمكن قياس القيم المطلقة لها وإنما يقاس التغيير في الانثالبي ΔH .

التفاعل الباعث للحرارة : هو تفاعل كيميائي يصاحبه تحرر حرارة و قيمة التغيير في الانثالبي له قيمة سالبة .

التفاعل الماص للحرارة : هو تفاعل كيميائي يصاحبه امتصاص حرارة وقيمة التغيير في الانثالبي له قيمة موجبة .

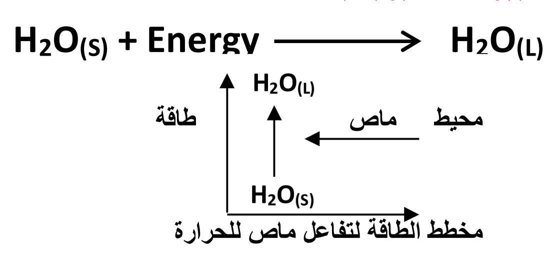
وتهتم الكيمياء الحرارية بحساب انثالبي 1- التفاعلات الكيميائية
2- التفاعلات الفيزيائية

التفاعلات الكيميائية :-

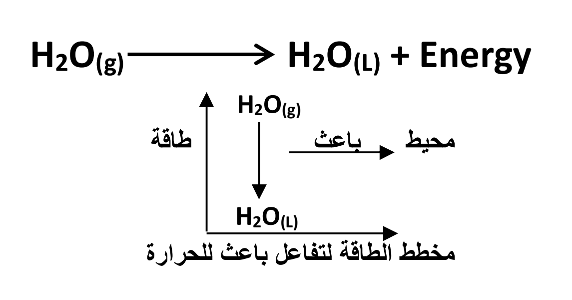


التغييرات الفيزيائية :-

$H_2O_{(S)} + Energy \longrightarrow H_2O_{(L)}$



$H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(L)} + Energy$



أنواع الأنثالبيات

أولاً // أنثالبي التكوين القياسية " Standard Enthalpy of Formation" ΔH_f°

هي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الأساسية المتواجدة بأثبت صورة في ظروف قياسية .

ملاحظة // 1) للكاربون صورتان (الكرافيت أثبت من الماس) ,

2) للكبريت صورتان (المعيني أثبت من المنشوري) .

3) ΔH_f° للعناصر الحرة يساوي صفر .

معادلة التكوين العامة مواد أولية ⟵ مول واحد من المادة

مثال $H_2 + 1/2\, O_2 \longrightarrow H_2O$

مثال $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

س// أكتب معادلات التكوين للمركبات التالية :

1) NO_2 2) CO 3) CH_4 4) NH_3

5) $MgCl_2$ 6) H_3PO_4 7) HBr 8) Fe_2O_3

ثانياً // انثالبي الاحتراق القياسية " Standard Enthalpy of Combustion" ΔH_C°

هي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من المادة حرقاً تاماً مع الأوكسجين عند ظروف قياسية .

ملاحظة // 1) تفاعلات الاحتراق دائماً باعث للحرارة .

2) عند حرق إي عنصر يتكون اوكسيده .

معادلة الاحتراق العامة مول واحد من المادة + $O_2 \longrightarrow$ أوكسيد المادة

$H_2 + 1/2\, O_2 \longrightarrow H_2O + Energy$

$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + Energy$

$S + O_2 \longrightarrow SO_2 + Energy$

3) المعادلة العامة لاحتراق أي مركب عضوي

مركب عضوي + $O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + Energy$

مثال $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + Energy$

مثال $C_2H_6 + 7/2\,O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O + Energy$

س// أكتب معادلة الاحتراق العامة للمركبات التالية //

1) Fe　　2) N_2　　3) C_2H_2
4) $C_6H_{12}O_2$　　5) C_8H_{18}　　6) CO

ثالثاً // انثالبي التفاعل القياسية " ΔH_r° " StandardEnthalpyofReaction

هي الحرارة الممتصة أو المنبعثة المصاحبة للتفاعل الكيميائي عند ظروف قياسية.

ملاحظة // 1) إذا كانت المعادلة معادلة تكوين مول واحد أو أكثر فإن $\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{n}$

2) اذا كانت المعادلة معادلة احتراق مول واحد أو أكثر فإن $\Delta H_c^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{n}$

حيث n (عدد المولات في المعادلة الموزونة)

ملاحظة// عندما تكون المعادلة هي معادلة تكوين مول واحد وبنفس الوقت معادلة احتراق مول واحد احتراقاً تاماً .

فإن $\Delta Hr^\circ = \Delta Hc^\circ = \Delta Hf^\circ$

مثل : $H_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow H_2O$

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$

س// أي من التفاعلات التالية تساوي قيمة ΔHr° لها قيمة ΔHf° أو قيمة ΔHc° أو كلاهما :

1) $C_{(gr)} + O_2 \longrightarrow CO_2$

$\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأنها معادلة تكوين مول واحد

$\Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأنها معادلة احتراق مول واحد

2) $CO + 1/2\ O_2 \longrightarrow CO_2$

$\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ لأن أحد المتفاعلات ليس عنصر أولي (CO)

$\Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ$ لأنها معادلة احتراق مول واحد من المادة

3) $4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$

$\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ نقسم المعادلة على 2 لتحويلها لمعادلة تكوين

$\Delta H_C^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ نقسم المعادلة على 4 لتحويلها لمعادلة احتراق

4) $3H_2 + N_2 \longrightarrow 2NH_3$

$\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ لأن المعادلة ليست معادلة تكوين

$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{2}$

$\Delta H_C^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ لأن المعادلة ليست معادلة احتراق لعدم وجود الأوكسجين

$\Delta H_f^\circ \neq \Delta H_r^\circ$ لأن المعادلة ليست معادلة تكوين , (المتفاعلات ليست مواد أولية).

Enthalpy of physical changes أنثالبى التغيرات الفيزيائية

A)) أنثالبى التبخير (ΔH_{vap}) // هي الحرارة اللازمة لتبخير مول واحد من المادة .

$\Delta H_{vap} = 44\ KJ / mol$ $H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

B)) أنثالبى التكثيف (ΔH_{cond}) // هي الحرارة اللازمة لتحويل مول واحد من المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة .

$\Delta H_{cond} = -44\ KJ / mol$ $H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$

∴ $\Delta H_{cond} - = \Delta H_{vap}$

C)) أنثالبى الأنصهار (ΔH_{fus}) // هي الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من المادة و تحويلها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة .

$\Delta H_{fus} = 6\ KJ / mol$ $H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$

D)) أنثالبى التبلور (الانجماد) (ΔH_{cryst}) // هي الحرارة اللازمة لأنجماد مول واحد من المادة وتحويله من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة

$\Delta H_{cryst} = -6\ KJ / mol$ $H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(S)}$

∴ $\Delta H_{fus} = -\ \Delta H_{cryst}$

ملاحظة// 1) أنثالبي التبخير والانصهار موجبة لأنها ماصة للحرارة .
2) أنثالبي التكثيف والتبلور سالبة لأنها باعثة للحرارة .

تمرين (1 – 7) إذا علمت أن انثالبي الانصهار لحامض الخليك (CH_3COOH) الثلجي (5.11 KJ / mol) أحسب انثالبي الانجماد لهذا الحامض .

الحل//

$\Delta H_{fus} = -\ \Delta H_{cryst}$

بما أن $\Delta H_{fus} = 5.11\ KJ / mol$

∴ $\Delta H_{cryst} = -\ 5.11\ KJ / mol$

س / اذا علمت ان انثالبي التبخير للأمونيا تساوي (23KJ / mol) احسب انثالبي التكثيف للأمونيا ؟

واجب

طرق حساب أنثالبي التفاعل

اولاً // طريقة استخدام قانون هيس Hess law

عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغير في أنثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة أو سلسلة من الخطوات .

قانون لابلاس

اذا تم عكس التفاعل فأن اشارة ΔH تقلب من الموجب الى السالب و بالعكس .

+ حرارة التفكك = - حرارة التكوين

س// أحسب ΔH_f° لـ CO من أنثالبيات التفاعلات الأتية :-

1) $C_{(gr)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_2$ $\Delta H_r^\circ = -393.5$ KJ / mol

2) $CO_{(g)} + 1/2\, O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -283$ KJ / m

الحل // نكتب معادلة الهدف (معادلة تكوين CO)

$C_{(gr)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$ (معادلة الهدف)

$C_{(gr)} + \cancel{O_2}_{(g)} \longrightarrow \cancel{CO_2}_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -393.5$ KJ / mol (نقلب المعادلة الثانية)

$\cancel{CO_2}_{(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + 1/2\,\cancel{O_2}_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +283$ KJ / mol

$C_{(gr)} + 1/2O_2 \longrightarrow CO_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -110.5$ KJ / mol

---

مثال (1 – 7) أحسب انثالبي التكوين القياسية للمركب CS_2 من عناصره الأولية أذا اعطيت التفاعلات الأتية :-

1) $C_{(gr)} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta H_r^\circ = -394$ KJ / mol

2) $S + O_2 \longrightarrow SO_2$ $\Delta H_r^\circ = -296$ KJ / mol

3) $CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2$ $\Delta H_r^\circ = -1072$ KJ / mol

الحل // المعادلة (2) تضرب 2 x , أما المعادلة (3) فتقلب $C_{(gr)} + 2S \longrightarrow CS_2$ معادلة الهدف

1) $C_{(gr)} + \cancel{O_2} \longrightarrow \cancel{CO_2}$ $\Delta H_r^\circ = -394$ KJ / mol

2) $2S + \cancel{2O_2} \longrightarrow \cancel{2SO_2}$ $\Delta H_r^\circ = -592$ KJ / mol

3) $\cancel{CO_2} + \cancel{2SO_2} \longrightarrow CS_2 + \cancel{3O_2}$ $\Delta H_r^\circ = +1072$ KJ / mol

$C_{(gr)} + 2S \longrightarrow CS_2$ $\Delta H_r^\circ = +86$ Kj / mol

وزاري 2016 تمهيدي

تمرين (1 – 8) أحسب أنثالبي التكوين القياسية للأستلين من عناصره الأولية أذا اعطيت المعادلات التالية :-

1) $C_{(gr)} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ / mol$

2) $H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$ $\Delta H_r^\circ = -286\ KJ / mol$

3) $2\ C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ $\Delta H_r^\circ = -2599\ KJ / mol$

الحل // معادلة الهدف $2C_{(gr)} + H_2 \longrightarrow C_2H_2$

معادلة (3) تقلب وتقسم على (2) , معادلة (1) تضرب x (2)

1) $2C_{(gr)} + \cancel{2O_2} \longrightarrow \cancel{2CO_2}$ $\Delta H_r^\circ = -788\ KJ / mol$

2) $H_2 + \cancel{1/2O_2} \longrightarrow \cancel{H_2O}$ $\Delta H_r^\circ = -286\ KJ / mol$

3) $\cancel{2CO_2} + \cancel{H_2O} \longrightarrow C_2H_2 + \cancel{5/2O_2}$ $\Delta H_r^\circ = +\ 1299.5\ KJ / mol$

$2C_{(gr)} + H_2 \longrightarrow C_2H_2$ $\Delta H_r^\circ = +225.5\ KJ / mol$

ثانياً // طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية (طريقة المجموع)

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(R)$$

حيث //

n تمثل عدد المولات

(p) نواتج

(R) متفاعلات

أو

$$\Delta H_c^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(R)$$

تمرين (1 – 3) اذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لحامض الكبريتيك (H_2SO_4) ΔH_f° تساوي(-811 KJ / mol) أكتب المعادلة الكيميائية الحرارية بحيث ΔH_r° مساوية الى ΔH_f° (H_2SO_4)

الحل //

$H_2 + S + 2O_2 \longrightarrow H_2SO_4$

عنصر حر 0 عصر حر 0 عنصر حر 0

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = 1 \times -811 - 0 = -811\ KJ / mol = \Delta H_f^\circ$$

تمرين (1 – 4) أحسب أنثالبي التفاعل القياسية ΔH_r° للتفاعل التالي اذا علمت أن انثالبي التكوين القياسية لفلوريد الهيدروجين HF تساوي ΔH_f° (HF) = -271 KJ

الحل//

$H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$

$\Delta H_f^\circ=0$ $\Delta H_f^\circ=0$ $\Delta H_f^\circ=-271$

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ(R)$$

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\ 2 \times -271 - 0$$

تمرين (5 – 1)

أحسب أنثالبي التفاعل القياسية للتفاعل الأتي :- $4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$

اذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لأوكسيد الألمنيوم $\Delta H_f^\circ (Al_2O_3) = -233\ KJ / mol$

الحل// $\Delta Hf^\circ_{Al} = 0$ ، $\Delta Hf^\circ_{O_2} = 0$ عناصر حرة

$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ (P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ (R)$

$\Delta H_r^\circ = 2 \times -233 - 0$

$\Delta H_r^\circ = -466\ KJ / mol$

تمرين (6 – 1)

أكتب تفاعل احتراق غاز البروبان (C_3H_8) إذا علمت أن $\Delta H_c^\circ (C_3H_8) = 2219\ KJ / mol$

الحل //

احتراق غاز البروبان ∴ نكتب معادلة احتراق

$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

$\Delta H_c^\circ (C_3H_8) = -2291\ KJ / mol$

مثال (8 – 1) يجري تفاعل الثرميت الذي يتضمن الألمنيوم و أوكسيد الحديد (III)

$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(L)}$

أحسب ΔH_r° للتفاعل أذا علمت

$\Delta H_f^\circ (Al_2O_3) = -1670\ KJ / mol$

$\Delta H_f^\circ (Fe_2O_3) = -822\ KJ / mol$

$\Delta H_f^\circ (Fe_{(L)}) = 12\ KJ / mol$

الحل //

$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ (P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ (R)$

$\Delta H_r^\circ = [\Delta H_f^\circ (Al_2O_3) + 2\Delta H_f^\circ (Fe_{(L)})] - [\Delta H_f^\circ (Al_{(s)} + \Delta H^\circ (Fe_2O_{3(s)})]$

$\Delta H_r^\circ = [-1670 + 2 \times 12] - [2 \times 0 + (-822)]$

$\Delta H_r^\circ = -824\ KJ / mol$

ملاحظة // $\Delta H_f^\circ (Fe_{(s)}) = 0$ *لأنها الحالة الأثبت للحديد* *أما* $\Delta H_f^\circ (Fe_{(L)}) \neq 0$

تمرين (9 – 1)

يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي CO_2 وماء سائل أحسب ΔH_r° لهذا التفاعل أذاعلمت أن

$\Delta H_f^\circ (C_6H_{6(L)}) = 49\ KJ / mol$

$\Delta H_f^\circ (CO_{2(S)}) = -394\ KJ / mol$

$\Delta H_f^\circ (H_2O_{(L)}) = -286\ KJ / mol$

الحل // احتراق البنزين

$C_6H_{6(L)} + 15/2O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$

احتراق البنزين

$\Delta H_c^\circ = \Sigma n\ \Delta H_f^\circ (P) - \Sigma n\ \Delta H_f^\circ (R)$

$\Delta H_c^\circ = [6\Delta H_f^\circ (CO_2) + 3\ \Delta H_f^\circ (H_2O)] - [\Delta H_f^\circ (C_6H_6) + 15/2\ \Delta H_f^\circ (O_2)]$

$\Delta H_c^\circ = (6 \times -394 + 3 \times -286) - (49 + 15/2 \times 0)$

$\Delta H_c^\circ = -3271\ KJ / mol$

العمليات التلقائية و غير التلقائية Spontaneous And Non Spontaneous

" عملية تلقائية " عملية كيميائية أو فيزيائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من أي عامل خارجي.
" عملية غير تلقائية " عملية لاتجري بشكل تلقائي في ظل نفس الظروف .
يمكن تحديد تلقائية أو عدم تلقائية التفاعلات من خلال " علاقة كبس " لذا نحتاج لدراسة الأنتروبي و الطاقة الحرة .

الأنتروبي Entropy " S "

دالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللانتظام للنظام الثرموداينميكي . ويرمز له (S) .

التغير في الأنتروبي // " ΔS " مقياس للفرق في العشوائية $\Delta S = S_f - S_i$. حيث :-

اذا كانت $\Delta S > 0$ (قيمة موجبة) فهناك زيادة في الأنتروبي " زيادة في العشوائية "

اذا كانت $\Delta S < 0$ (قيمة سالبة) فهناك نقصان في الأنتروبي " نقصان في العشوائية "

ملاحظات //

1) تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة الى الحالة الغازية يؤدي الى زيادة في الأنتروبي (زيادة في العشوائية) $\Delta S > 0$.
2) تحول المادة من الحالة الغازية الى الحالة السائلة الى الحالة الصلبة يؤدي الى نقصان في الأنتروبي (نقصان في العشوائية) $\Delta S < 0$
3) $\Delta S_g > \Delta S_L > \Delta S_s$
4) عند رفع درجة الحرارة تزداد العشوائية فتزداد الأنتروبي $\Delta S > 0$
5) عند خفض درجة الحرارة تقل العشوائية و تقل الأنتروبي $\Delta S < 0$
6) ذوبان المواد الصلبة في محاليلها يؤدي الى زيادة في العشوائية
7) ذوبان الغازات في المحاليل يؤدي الى زيادة في النظام فتقل الانتروبي
8) ان زيادة عدد المولات في التفاعل يؤدي الى زيادة في العشوائية فتزداد الانتروبي

حيث اذا كان $n(R) < n(p)$ فأن $\Delta S > 0$

مثل : (مولات النواتج أكثر من المولات المتفاعلات)

$A + B \longrightarrow 3C$

زيادة في الأنتروبي ($\Delta S > 0$)

مثل : (مولات المتفاعلات أكبر من مولات النواتج)

$4C \longrightarrow A + B$

نقصان في الأنتروبي ($\Delta S < 0$)

مثال (1 – 9) بين فيما اذا كان قيمة ΔS أكبر أم أصغر من الصفر للعمليات التالية ؟

1)تجميد كحول الأثيل //

تحول من سائل الى صلب " زيادة في النظام "
∴ تقل الانتروبي ($\Delta S < 0$) .

2) تبخر سائل البروم //

تحول من سائل الى غاز " زيادة في العشوائية "
∴ تزداد الانتروبي ($\Delta S > 0$) .

3) ذوبان السكر في الماء //

تحول من صلب الى سائل " زيادة في العشوائية "
∴ تزداد الانتروبي ($\Delta S > 0$) .

4) تبريد غاز النتروجين //

تقليل درجة الحرارة " زيادة في النظام "
∴ تقل الانتروبي ($\Delta S < 0$) .

تمرين (1 – 10) كيف تتغير إنتروبي النظام للعمليات التالية ؟

1) تكثيف بخار الماء // تحول من غاز الى سائل (نظام) $\Delta S < 0$.

2) تكون بلورات السكر من محلول فوق إشباع // تحول من سائل الى صلب (نظام) $\Delta S < 0$.

3) تسخين غاز H_2 الى $8\ C°$ // رفع درجة الحرارة (لا نظام) $\Delta S > 0$.

4) تسامي اليود // تحول من صلب الى غاز (لا نظام) $\Delta S > 0$.

طاقة كبس الحرة Gibbs Free Energy

وهي حالة ثرموداينمكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية و الكيميائية و تمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الأنثالبي و الأنتروبي ويرمز لها " ΔG "

مقياس تلقائية التفاعل ΔG

حيث // اذا كانت $\Delta G° > 0$ (قيمة موجبة) تفاعل لا تلقائي .

اذا كانت $\Delta G° < 0$ (قمية سالبة) تفاعل تلقائي .

اذا كانت $\Delta G° = 0$ حالة اتزان

طرق قياس $\Delta S°$, $\Delta G°$

1) من علاقة كبس $\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S$

2) من العلاقة $\Delta Sr° = \Sigma nS°(p) - \Sigma nS°(R)$

$\Delta Gr° = \Sigma n\Delta G_f°(P) - \Sigma n\Delta G_f°(R)$

تمرين (1 – 11)

أحسب التغير في الانتروبي المطلقة $\Delta S_r°$ للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25\ C°$ و ضغط 1atm . اذا علمت أن :

$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_{2(s)}O_3$

$S°(Fe) = 27\ j/K.mol$ $S°(Fe_2O_3) = 87\ j/K.mol$ $S°(O_2) = 205\ KJ/mol$,

الحل :-

$\Delta S_r° = \Sigma nS°(P) - \Sigma nS°(R)$

$\Delta S_r° = [2S°(Fe_2O_3)] - [4S°(Fe) + 3S°(O_2)]$

$\Delta S_r° = (2 \times 87) - (4 \times 27 + 3 \times 205)$

$\Delta S_r° = -549\ J/k.mol$

س // أحسب التغير في إنتروبي التفاعل القياسية $\Delta S_r°$ للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25\ C°$ و ضغط 1 atm

$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$

اذا علمت أن $S°(CO_2) = 214\ J/K.mol$

$S°(CO) = -198\ J/K.mol$

$S°(O_2) = 205\ J/k.mol$



تمرين (1 – 12)

جد قيمة $\Delta Gr°$ للتفاعل التالي عند الظروف القياسية و بين هل التفاعل تلقائي أم لا :

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

اذا علمت أن $\Delta G_f° (NO_2) = 52$ KJ / mol , $\Delta G_f°(NO) = 87$ KJ / mol

ملاحظة // $\Delta G_f°$ لعنصر الحر = صفر

الحل //

$\Delta Gr° = \Sigma n\Delta G_f° (P) - \Sigma n\Delta G_f°(R)$

$\Delta Gr° = [2\ \Delta G_f°(NO_2)] - [2\ \Delta G_f° (NO) + \Delta G_f° (O_2)]$

$\Delta G_f° = [2 \times 52] - [2 \times 87 + 0]$

$\Delta G_f° = -70$ Kj / mol

اشارة $\Delta G°$ سالبة

التفاعل تلقائي

تمرين (1 – 13)

أحسب $\Delta G_r°$ للتفاعل التالي عند ظروف قياسية أذا علمت أن

$\Delta H_r° = - 2020$ KJ / mol , $\Delta Sr° = 347$ J / K . mol

$C_5H_{12} + 8O_2 \longrightarrow 5CO_2 + 6H_2O$

ملاحظة // يجب تحويل وحدات ΔS من J الى KJ

الحل //

$\Delta Sr° = \frac{374}{1000} = 0.374$ KJ / mol . K

$T = t + 273 = 25 + 273 = 298$ K

$\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S°$

$\Delta G° = -2020 - (298 \times 0.374)$

$\Delta G_f° = -2131.4$ Kj / mol

تمرين (1 – 14)

اذا كان لديك التفاعل

$HCOOH_{(L)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(L)}$

كانت قيمة $\Delta Hr°$ للتفاعل تساوي 16 kj / mol و التغير في الانتروبي $\Delta Sr°$ تساوي 234 j / k . mol
أحسب قيمة التغير في الطاقة الحرة القياسية عند الظروف القياسية (25 C° و 1atm) وبين هل التفاعل تلقائي أم لا ؟

الحل //

يجب تحويل وحدات $\Delta Sr°$ الى kj / k . mol

$\Delta Sr° = \frac{234}{1000} = 0.234$ KJ / k. mol

$T(k) = t(c°) + 273 = 25 + 273 = 298$ k

$\Delta Gr° = \Delta H° - T\Delta S°$

$\Delta Gr° = 16 - (298 \times 0.234)$

$\Delta Gr° = -53.7$ KJ / mol

ΔG سالبة ∴ التفاعل تلقائي

مثال (1 – 12)

التفاعل التالي

$$C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)}$$

لديك المعلومات التالية

المادة	ΔH_f° (kj/mol)	S° (j/mol.k)
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

وزاري 2015 دور اول

أحسب // 1) ΔH° 2) ΔS° 3) ΔGr°

الحل //

$\Delta H_r^\circ = \Sigma n\, \Delta H_f^\circ (P) - \Sigma n\, \Delta H_f^\circ (R)$

$\Delta H_r^\circ = [\, 2\Delta H_f^\circ(CO_2) + 3\Delta H_f^\circ(H_2O)\,] - [\, \Delta H_f^\circ(C_2H_5OH) + 3\Delta H_f^\circ\, O_2\,]$

$\Delta H_r^\circ = [\, 2\,(-394) + 3\,(-286)\,] - [\, -287 + 3 \times 0\,]$

$\Delta H_r^\circ = -\ 1368\ KJ / mol$

$\Delta S_r^\circ = \Sigma nS^\circ\ (P) - \Sigma nS^\circ\ (R)$

$\Delta S_r^\circ = [\, 2S^\circ(CO_2) + 3S^\circ(H_2O)\,] - [\, S^\circ(C_2H_5OH) + 3S^\circ(O_2)\,]$

$\Delta S_r^\circ = (\, 2 \times 214 + 3 \times 70\,) - (\, 161 + 3 \times 205\,)$

$\Delta S_r^\circ = -138\ J/K\,.\,mol \qquad = -\ 0.138\ KJ / mol\,.\,k$

$\Delta Gr^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$

$\Delta Gr^\circ = -1368\ -\ (298 \times 0.138)$

$\Delta Gr^\circ = -1404.124\ KJ / mol$ تفاعل تلقائي

تطبيقات معادلة كبس و اتجاه سير التفاعلات

ΔH ΔS	ΔG	مثال
+ + $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$ ΔG = + أو – أما	يجري التفاعل تلقائياً عند درجات الحرارة العالية. أي أن التفاعل يكون تلقائياً بالتسخين	$2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2$ ΔH ΔS ΔG + + امتصاص حركة طعام أكل
+ – $\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{-}$ ΔG = + +	ΔG دائماً موجبة هذا التفاعل يكون غير تلقائي في جميع درجات الحرارة	$3O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{3(g)}$ ΔH ΔS ΔG + - امتصاص هدأت لاتلقائي
- + $\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{+}$ ΔG = - - ΔG = -	ΔG دائماً سالبة التفاعل تلقائي في جميع درجات الحرارة	ΔH ΔS ΔG - + – باعث عشوائية تلقائي كثافة حركة دائماً $2H_2O_{2(L)} \longrightarrow 2H_2O_{(L)} + O_{2(g)}$
– – – – $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ΔG = - أو + أما	التفاعل غير تلقائي لكنه يصبح تلقائي عند خفض درجات الحرارة	ΔH ΔS ΔG $NHg_{(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s}$ باعث قلت حركتها

ملاحظة // 1) عملية الأنصهار , التبخير عمليات ماصة للحرارة .
2) عملية التجميد , التكثيف عمليات باعثة للحرارة .

س //

علل في ضوء علاقة كبس تلقائية التفاعلات التالية :-

1) تفاعل ذوبان كلوريد الأمونيوم الماص للحرارة في الماء .

الحل //

$NH_4Cl_{(s)} \longrightarrow NH_{4(aq)}^{+} + Cl_{(aq)}^{-}$

ΔS = + زيادة في الأنتروبية لأنه تحول من صلب الى محلول

ΔH = + ماص للحرارة

$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S$

∴أما ΔH (+) أكبر

∴ ΔG = + غير تلقائي

أو $T\Delta S$ (-) أكبر

∴ ΔG = - تلقائي ويحدث ذلك عند رفع درجة الحرارة .

2) انصهار الجليد في درجة حرارة الغرفة .

ΔH = + ماص

ΔS = + عشوائي (تحول من صلب الى سائل)

$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$\Delta G = + \quad -$

∴ التفاعل يكون تلقائي ΔG = -

عندما يكون $T\Delta S$ أكبر و ذلك يرفع درجة الحرارة .

س //

علل في ضوء علاقة كبس تلقائية التفاعلات التالية

1) تفكك أوكسيد الزئبق HgO الماص للحرارة .

2) تبخيرالماء طبيعيا .

واجب

حساب أنتروبي التغيرات الفيزيائية

أنثالبي التبخير ((ΔH_{vap})) .

أنثالبي التكثيف ((ΔH_{cond})) .

أنثالبي الأنصهار ((ΔH_{fus})) .

أنثالبي الأنجماد ((ΔH_{cryst})) .

تحدث حالة الأتزان بين المادة الصلبة و السائلة عند درجة الأنصهار Tm .

تحدث حالة الأتزان بين المادة السائلة و الغازية عند درجة الغليان Tb .

عند الأتزان $\Delta G = 0$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

∴ $\Delta H = T\Delta S$

∴ $\Delta S_{tr} = \frac{\Delta H_{tr}}{T}$

(حيث tr تعني تحول)

عند درجة (Tm = 0 C°)

$$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T}$$

$$H_2O_{(s)} \underset{cryst}{\overset{fus}{\longleftrightarrow}} H_2O_{(L)}$$

عند درجة (Tb = 100 C°)

T = 100 + 273 = 373 K

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T}$$

$$H_2O_{(L)} \underset{cond}{\overset{vap}{\longleftrightarrow}} H_2O_{(g)}$$

معادلة تروتن // لاحظ تروتن ان (ΔSvap) لمعظم السوائل قيمة ثابتة تساوي (85j/k. mol) .

لذا يصبح القانون

$$\Delta Svap = 85 = \frac{\Delta Hvap}{T}$$

ملاحظة // هناك تغير فيزيائي أخر هو تحول المادة الصلبة الى غاز دون المرور بالحالة الغازية وتسمى " التسامي "

(حرارة التسامي) ΔHsub $\quad H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

$$\Delta Hsub = \Delta H_{FUS} + \Delta H_{VAP}$$

مثال (1 – 13)

أحسب انثالبي التبخير ΔH_{vap} للهكسان عند الأتزان بوحدات KJ/mol اذا علمت أن درجة غليان الهكسان 69C°؟

الحل //



2014 دور ثاني

$$Tb = t + 273 = 69 + 273 = 342 \text{ K}$$

$$\Delta Svap = \frac{\Delta Hvap}{T}$$

$$85 = \frac{\Delta Hvap}{342}$$

$$\therefore \quad \Delta Hvap = 29070 \text{ J / mol}$$

$$\Delta Hvap = 29.07 \text{ KJ / mol}$$

تمرين (1 – 15)

أحسب التغير في الأنتروبي للتحول $\quad H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H_2O_{(g)}$

علماً أن ΔHvap = 44 KJ / mol عند درجة غليان الماء = 100C°

الحل //

وزاري

2013 دور ثاني	2016 دور اول

$$Tb = t + 273$$

$$Tb = 100 + 273 = 373 \text{ K}$$

$$\Delta Svap = \frac{\Delta Hvap}{T} = \frac{44}{373} = 0.118 \text{ KJ / mol . K}$$

بعض الأسئلة الاوزارية

س 1 // احسب التغيير في الطاقة الحرة القياسية للتكوين لغاز CO في التفاعل

$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$ بدرجة (25 C°) وضغط (1 atm) اذا علمت ان ΔSr° للتفاعل تساوي -173 j / k.mol وان ΔHr° = -566 kj و ان $\Delta G_f^\circ(CO_2) = -394$ kj

الحل //

T = 25 + 273 = 298 K

$$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$$

$$= -566 - 298 * \frac{-173}{1000}$$

$$= -566 + 51.5 \quad = -514.5 \text{ kj}$$

$$\Delta Gr^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ (P) - \sum n\Delta G_f^\circ (R)$$

$$-514.5 = [(2 * -394) + (3 * -286)] - [2\Delta G_f^\circ (CO) + 0]$$

$$2\Delta G_f^\circ (CO) = -788 + 514.5$$

$$\Delta G_f^\circ (CO) = \frac{-273.5}{2} \quad = -136.75 \text{ kj}$$

وزاري

2014
دور ثاني

س 2 // يحترق البنزين في الهواء مكوناً غاز CO_2 وسائل الماء ويبعث حرارة مقدارها (-3271 kj) احسب ΔH_f° للبنزين اذا علمت ان :

$\Delta H_f^\circ(H_2O) = -286$ kj/mol $\qquad \Delta H_f^\circ(CO_2) = -394$ kj/mol

$\Delta Hc^\circ = \Delta Hr^\circ = -3271$

$$C_6H_6 + 15/2O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$

? 0 -394 -286

$$\Delta Hr^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (P) - \sum n\Delta H_f^\circ (R)$$

$$-3271 = [(6 * -394) + (3 * -286)] - [\Delta H_f^\circ (C_6H_6) + 0]$$

$$\Delta H_f^\circ (C_6H_6) = +3271 - 2364 - 858$$

$$= +3271 - 3222$$

$$= +49 \text{ Kj / mol}$$

اعطى في السؤال ΔH_f°
لذلك يُحل بطريقة المجموع

وزاري

2014
دور ثالث

س 3 // التفاعل التالي $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

قيمة ΔSr° له = -94 J/K.mol وان ΔGf° لـ H_2O تساوي -228 Kj/mol احسب ΔHf° لـ H_2O

الحل //

$$\Delta G_f^\circ(H_2O) = \frac{\Delta Gr^\circ}{n}$$

$$\Delta Gr^\circ = -228 * 2$$

$$= -456 \text{ kj}$$

$$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$$

$$-456 = \Delta Hr^\circ - 298 * \frac{-94}{1000}$$

$$\Delta Hr^\circ = -456 - 28 \quad = -484 \text{ kj}$$

$$\Delta H_f^\circ(H_2O) = \frac{\Delta Hr^\circ}{n} = \frac{-484}{2} = -242 \text{ kj / mol}$$



2015
دور اول
نازحين

س4 // احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان C_3H_8 من المعادلات التالية

1) $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -2220\ Kj$

2) $H_2O \longrightarrow H_2 + 1/2O_2$ $\Delta Hr^\circ = +286\ Kj$

3) $C_{gr} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -393.5\ Kj$

الحل // المعادلة الأولى تعكس

هدف $3C_{gr} + 4H_2 \longrightarrow C_3H_8$

المعادلة الثانية تعكس و تضرب * 4

المعادلة الثالثة تضرب * 3

$3CO_2 + 4H_2O \longrightarrow C_3H_8 + 5O_2$ $\Delta Hr^\circ = +2220\ Kj$

$4H_2 + 2O_2 \longrightarrow 4H_2O$ $\Delta Hr^\circ = +286\ Kj$

$3C_{gr} + 3O_2 \longrightarrow 3CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -393.5\ Kj$



2015
دور ثاني

$3C_{gr} + 4H_2 \longrightarrow C_3H_8$

$\Delta Hr^\circ = +2220 - 1144 - 1180.5$

$= +2220 - 2324.5$

$= -104.5\ kj = \Delta H_f^\circ(C_3H_8)$

س 5 / يحترق البنزين في الهواء مكوناً غاز CO_2 وسائل الماء ويبعث حرارة مقدارها (-3271 K) احسب ΔH_f° للبنزين علماً ان انثالبي الاحتراق لكل من (H_2 , C) هي (-286 , -394) بوحدات kj / mol

الحل // (اعطى في السؤال اكثر من حرارة احتراق لذلك يُحل بقانون هيس)

1) $C_6H_6 + 15/2O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -3271\ Kj$

2) $H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -286\ Kj$

3) $C_{gr} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -394\ Kj$

هدف $6C_{gr} + 3H_2 \longrightarrow C_6H_6$

المعادلة الأولى تعكس

المعادلة الثانية تضرب * 3

المعادلة الثالثة تضرب * 6

$6CO_2 + 3H_2O \longrightarrow C_6H_6 + 15/2O_2$ $\Delta Hr^\circ = +3271\ Kj$

$3H_2 + 3/2O_2 \longrightarrow 3H_2O$ $\Delta Hr^\circ = -286 * 3\ Kj$

$6C_{gr} + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -394 * 6\ Kj$



2016
دور اول

$6C_{gr} + 3H_2 \longrightarrow C_6H_6$

$\Delta Hr^\circ = +3271 - 858 - 2364$

$= +3271 - 3222$

$= +49\ kj/mol = \Delta H_f^\circ(C_6H_6)$

بعض الأسئلة الاثرائية

س 6 // عندما يحترق الماس يبعث حرارة مقدراها (396 KJ) وعندما يحترق الكرافيت يبعث حرارة مقدارها (394 Kj) احسب حرارة تحول مول واحد من الكرافيت الى ماس ثم ارسم مخطط الطاقة مبيناً الصورة الأثبت للكاربون .

$C_{ماس} + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr^\circ = -396\ Kj$

$C_{كرافيت} + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr^\circ = -394\ Kj$

هدف $C_{كرافيت} \longrightarrow C_{ماس}$

المعادلة الأولى تعكس



$CO_2 \longrightarrow C_{ماس} + O_2 \qquad \Delta Hr^\circ = +396\ Kj$

$C_{كرافيت} + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr^\circ = -394\ Kj$

$C_{كرافيت} \longrightarrow C_{ماس} \qquad \Delta Hr^\circ = +2\ \ Kj$

بما انه ΔH° موجبة

لذلك فإن طاقة النواتج اعلى من طاقة المتفاعلات

طاقة ↑ — $C_{ماس}$ ↑ $C_{كرافيت}$ ← ماص محيط

الكرافيت هو الأثبت لأنه اقل طاقة

س 7 // احسب انتروبي التبخر للتحول $H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H_2O_{(g)}$ عند درجة غليانه اذا علمت ان انثالبي التكوين لسائل الماء تساوي (-286 kj/mol) وانثالبي التكوين لبخار الماء تساوي (-242 kj / mol)

الحل //



$H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H_2O_{(g)}$

$\Delta Hr^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (P) - \sum n\Delta H_f^\circ (R)$

$= [-242] - [-286]$

$= +44\ kj / mol$

$T = 100 + 273 = 373\ K$

$\Delta S_{VAP} = \frac{\Delta H_{VAP}}{T}$

$= \frac{44}{373} = 0.118 * 1000 = 118\ j / k.mol$

س 8 // اذا كان لديك المعادلات التالية

1) $N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2$ $\Delta Hr^\circ = +66\ KJ$

2) $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$ $\Delta Hr^\circ = -114\ KJ$

وقيم ΔH_f° لكل من (CO , NO_2 , CO_2) هي على التوالي (-110 , +33 , -394) بوحدات kj / mol احسب ΔHr° للتفاعل $CO + NO_2 \longrightarrow CO_2 + NO$

الحل // نحسب ΔHr° للتفاعل بطريقة المجموع لكن $\Delta H_f^\circ(NO)$ غير موجودة لذلك يجب ان تحسب من المعادلة المعطاة بطريقة قانون هيس

1) $N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2$ $\Delta Hr^\circ = +66\ KJ$

2) $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$ $\Delta Hr^\circ = -114\ KJ$

$1/2N_2 + 1/2O_2 \longrightarrow NO$ $\Delta H_f^\circ(NO)$

المعادلة الأولى تقسم على 2 المعادلة الثانية تعكس وتقسم على 2

1) $1/2N_2 + 1/2O_2 \longrightarrow NO_2$ $\Delta Hr^\circ = \frac{66}{2} = 33$

2) $NO_2 \longrightarrow NO + 1/2O_2$ $\Delta Hr^\circ = \frac{+11}{2} = 57$

$1/2N_2 + 1/2O_2 \longrightarrow NO$ $\Delta H_f^\circ = 90\ Kj / mol$

$CO + NO_2 \longrightarrow CO_2 + NO$

-110 +33 -394 +90

$\Delta Hr^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ(P) - \sum n\Delta H_f^\circ(R)$

$= [-393 + 90] - [-110 + 33]$

$= -304 + 77$

س 9 // اذا كان لديك المعادلات الحرارية الاتية عند درجة $25\ C^\circ$ وضغط 1 atm .

1) $SCl_2O_{(l)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = 10\ KJ$

2) $PCl_{3(l)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow PCl_3O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -325\ KJ$

3) $P_{(S)} + \frac{3}{2}Cl_{2(g)} \longrightarrow PCl_{3(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -307\ KJ$

احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي :

$2P_{(s)} + 2SO_{2(g)} + 5Cl_{2(g)} \longrightarrow 2SCl_2O_{(l)} + 2PCl_3O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = ?\ KJ$

الحل // معادلة (1) تعكس 2X , معادلة (2) تضرب 2X , معادلة (3) تضرب 2X

$2SO_{2(g)} + 2Cl_{2(g)} \longrightarrow 2SCl_2O_{(l)} + O_2$ $\Delta H_r^\circ = -20\ KJ$

$2PCl_{3(l)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2PCl_3O$ $\Delta H_r^\circ = -650\ KJ$

$2P_{(S)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2PCl_{3(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -614\ KJ$

$2P_{(S)} + 2SO_{2(g)} + 5Cl_{2(g)} \longrightarrow 2SCl_2O_{(l)} + 2PCl_3O$

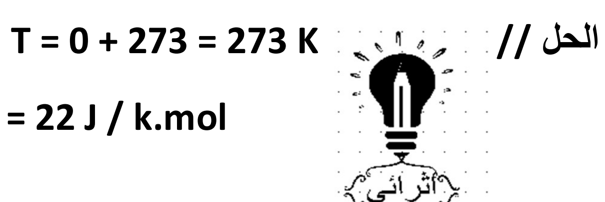
$\Delta H_r^\circ = (-20KJ) + (-650\ KJ) + (-614\ KJ)$

$\Delta Hr^\circ = -1284\ KJ$

س 10 // احسب انتروبي الانصهار للتحول $H_2O_{(S)} \longleftrightarrow H_2O_{(L)}$

عند درجة انجماده اذا علمت ان $\Delta H_{FUS} = 6\ kj/mol$

الحل //



$T = 0 + 273 = 273\ K$

$$\Delta S_{FUS} = \frac{\Delta H_{FUS}}{T}$$

$$= \frac{6}{273} = 0.022 * 1000 = 22\ J / k.mol$$

س 11 // عندما يحترق الكبريت المعيني يبعث طاقة مقدارها (296 Kj) وعندما يحترق الكبريت الموشوري يبعث حرارة مقدارها (297 Kj) احسب حرارة تحول مول واحد من الموشوري الى المعيني ثم ارسم مخطط الطاقة مبيناً الصورة الاثبت للكبريت .

س 12 //

أحسب ΔS° للتفاعل الغازي في درجة حرارة $25\ C^\circ$ $\quad H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$

علماً أن ΔH_f° HF = - 273 KJ / mol $\quad \Delta G_f^\circ$ HF = (- 275 KJ / mol)

ج / (13 j/ K . mol)



س 13 //

التفاعل الغازي $\quad 2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$

وجد أن قيمة الطاقة الحرة القياسية للتفاعل هي (- 5.7 KJ / mol) عند درجة $25C^\circ$ 1atm

ما قيمة ΔS° للتفاعل من المعلومات التالية

1) $S_{(s)} + 3/2O_{2(g)} \longrightarrow SO_{3(g)} \qquad \Delta Hr^\circ = -395\ KJ/mol$

2) $S_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta Hr^\circ = -297\ KJ/mol$

ج /


(- 0.64 KJ / k . mol)





تعاليل الفصل الأول

1)علل : لاتعتبر الحرارة والشغل من دوال الحالة ؟

ج // لأنها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغير ولاتعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للنظام .

2) علل : لايمكن قياس القيمة المطلقة لدوال الحالة وانما يمكن قياس مقدار التغير (Δ) لهذه الدوال ؟

ج // لأن دوال الحالة تعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للنظام بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله .

3) علل : يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الناتجة والمواد الداخلة في التفاعل ؟

ج // لان كمية الحرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل .

4) علل : ظهور الكسور في المعادلة الحرارية ؟

ج // لان المعادلة الحرارية الكيميائية للتكوين تمثل تكوين مول واحد من المركب المراد تكوينه لذا نلتجأ لتغير عدد مولات المواد المتفاعلة .

5) علل : هناك العديد من المركبات الكيميائية لايمكن تصنيعها بشكل مباشر من عناصرها الاولية لذا لاتحسب ΔHf° لها بشكل مباشر ؟

ج // لأن التفاعل قد يسير ببطء شديد او تتكون مركبات جانبية غير مرغوبة .

6) علل : تؤدي عملية التبخر الى زيادة انتروبي النظام اكبر من الزيادة في الانتروبي لعملية الانصهار ؟

ج // لان الذرات والجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه

7) علل : ذوبان بلورات السكر في الماء يؤدي دائماً الى زيادة في الانتروبي ؟

ج // بسبب تكسر النظام الهيكلي للسكر (المذاب) وجزء من النظام الهيكلي للماء (المذيب) فيصبح لا انتظام اكثر للمذاب والمذيب .

8) علل : تزداد الانتروبي عند اذابة مادة صلبة ايونية ؟

ج // نتيجة لعاملين 1) عملية تكوين المحلول (مذاب ومذيب)
2) تفكك المركب الصلب الى ايونات .

9) علل : يزيد التسخين من انتروبي النظام ؟

ج // لأنه يزيد من الحركات الانتقالية للجزيئات ويقوم بزيادة الحركات الدورانية والاهتزازية فتزداد الطاقة الحركية للجزيئات مايزيد من عشوائية النظام .

10) علل : تكون التلقائية اكثر احتمالاً اذا كانت ΔS موجبة ؟ او(العشوائية تحبذ التلقائية)

ج // وذلك حسب علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ووجود ΔS ضمن الحد ($- T\Delta S$) فالقيمة الموجبة لـΔS تساعد على جعل قيمة ΔG سالبة فيصبح التفاعل تلقائي .

11) تكون التلقائية اكثر احتمالاً اذا كانت قيمة ΔH سالبة ؟

ج // لأنه حسب علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ فأن القيمة السالبة لـ ΔH تجعل قيمة ΔG سالبة فيصبح التفاعل تلقائي .

12) علل : التفاعل الحراري الماص للحرارة $2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2$ تلقائياً عند درجات الحرارة المرتفعة ؟

$S. \quad L. \quad g.$

ج // التفاعل ماص ∴ $\Delta H = +$

حسب المعادلة التفاعل تحول من صلب الى غاز (تزداد العشوائية)

$\Delta S = +$

$\Delta G = \Delta^{+}H - T\Delta^{+}S$

$\Delta G = \Delta^{+}H - T\Delta S$

$\Delta G = -$ (تلقائي)

عندما $T\Delta S > \Delta H^{-}$

وذلك يرفع درجة الحرارة (T)

---

13) علل : التفاعل التالي الماص للحرارة $3O_2 \longrightarrow 2O_3$ غير تلقائي في جميع درجات الحرارة ؟

$g. \quad g.$

ج // التفاعل ماص للحرارة $\Delta H = +$

حسب المعادلة التفاعل تحول من مولات اكبر الى مولات اقل ∴ (تقل العشوائية) $\Delta S = -$

$\Delta G = \Delta^{+}H - T\Delta^{-}S$

$\Delta G = \Delta^{+}H + T\Delta S$

$\Delta G = +$ غير تلقائي

عند جميع درجات الحرارة .

---

14) علل : التفاعل التالي الباعث للحرارة تلقائي دائماً ؟ ؟

$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

$L. \quad L. \quad g.$

ج // التفاعل باعث للحرارة $\Delta H = -$

حسب المعادلة يتحول التفاعل من سائل (L) الى غاز (g)

∴ زيادة في الانتروبي $\Delta S = +$

$\Delta G = \Delta^{-}H - T\Delta^{+}S$

$\Delta G = \Delta^{-}H - T\Delta S$

$\Delta G = -$ تلقائي

في جميع درجات الحرارة .

---

15) علل : التفاعل التالي الباعث للحرارة $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

$g. \quad g. \quad S.$

تلقائي في درجات الحرارة المنخفضة ؟ ((واجب))

المفاهيم الأساسية

وحدة الجول Joule Unit : هي وحدة الطاقة بحسب النظام الدولي للوحدات ويرمز لها بالرمز (J) .

درجة حرارة الكلفن : هي درجة الحرارة بوحدات الكلفن (Kelvin) ويرمز لها بالرمز (T) ووحدتها حسب النظام الدولي للوحدات هي الكلفن (K) .

النظام System : النظام الثرموداينميكي هو ذلك الجزء من الكون الذي نهتم بدراسته يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي .

المحيط Surrounding : هو كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه من التغيرات فيزيائية او كيميائية .

المجموعة : يطلق ع النظام و المحيط بالمجموعة .   المجموعة = النظام + المحيط

النظام المفتوح Open System : يسمى النظام مفتوحاً اذا كانت الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته , مثال ذلك اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

النظام المغلق Close System : يكون النظام مغلقاً اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط و لا تسمح بتغيير مادة النظام , مثل اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .

النظام المعزول Isolated System : يعرف النظام المعزول بأن حدوده لا تسمح بتبادل لا الطاقة و لا المادة , مثال ذلك الثرموس .

السعة الحرارية Heat Capacity : و يرمز لها بالرمز (C) كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها (m) غرام من أي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها هي (J / C°) .

الحرارة النوعية Specific Heat : ويرمز لها بالرمز (ҫ) وتعرف بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام من أي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها (J / g . C°) .

دالة الحالة State Function : هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغيير , والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغير .

الخواص الشاملة Extensive Properties : وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة و الحجم .

الخواص المركزة Intensive Properties : وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط و الكثافة و درجة الحرارة .

الأنثالبي Enthalpy : دالة حالة ثرموداينميكة وخاصية شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة او المتحررة المقاسة بثبوت الضغط ويرمز لها بالرمز (H) ولايمكن قياس القيم المطلقة لها لأنا دالة حالة ويقاس لها التغيير الحاصل فيها (ΔH) .

تفاعل باعث للحرارة Exothermic Reaction : التفاعل الكيميائي الذي يصاحبه تحرر حرارة و قيمة التغير في الانثالبي له سالبة .

تفاعل ماص للحرارة Endothermic Reaction : التفاعل الكيميائي الذي يصاحبه امتصاص حرارة و قيمة التغير في الانثالبي له موجبة .

انثالبى التفاعل القياسية Standard Enthalpy Of Reaction : يرمز لها بالرمز (ΔHr°) و تعرف بأنها الحرارة المصاحبة لحدوث التفاعل عند الظروف القياسية من درجة حرارة و ضغط .

انثالبي التكوين القياسي Standard Enthalpy Of Formati : ويرمز له بالرمز (ΔH_f°) وتعرف بأنها الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الأساسية المتواجدة بأثبت صورة في حالتها القياسية .

انثالبى الاحتراق القياسي Standard Enthalpy Of Combustion : ويرمز له بالرمز (ΔHc°) وتعرف بأنها الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من أي مادة حرقا تاماً مع وفرة من الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة و ضغط .

قانون هيس Hess Law : التغير في الأنثالبي المصاحب لتحول المواد المتفاعلة الى نواتج هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او سلسلة من الخطوات .

العمليات التلقائية و غير التلقائية Spontaneous And Non Spontaneous :
أي عملية فيزيائية او كيميائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من أي عامل خارجي تسمى عملية تلقائية , اما العملية التي لا يمكن ان تجري بشكل تلقائي في ظل نفس الظروف تسمى غير تلقائية .

الانتروبي Entropy : يرمز لها بالرمز (S) وهي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللإنتظام للنظام الثرموداينميكي .

طاقة كبس الحرة Gibbs Free Energy : يرمز لها بالرمز (G) و هي دالة حالة ثرموداينميكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية او الكيميائية و تمثل الطاقة العظمى التي يمكن الخصول عليها من قياس التغير الانثالبي و الانتروبي .

طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية Standard Gibbs Free Energy Of Formation :
يرمز لها بالرمز (ΔG_f°) و تعرف بأنها مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الأساسية بأثبت صورة عند الظروف القياسية عند درجة حرارة (25 C°) و ضغط (1 atm) .

حل أسئلة الفصل الأول

س 9 // قطعة من الفضة كتلتها 360 g وسعتها الحرارية (86 J / C°) . احسب حرارتها النوعية

الحل // ترتبط الحرارة النوعية S بالسعة الحرارية C بالعلاقة الاتية

$$C\ (J / C^\circ) = \zeta\ (J / g \, . \, C^\circ) \times m\ (g)$$

$$\zeta\ (J / g \, . \, C^\circ) = \frac{C\ (J/C^\circ)}{m\ (g)} = \frac{86\ (J/C^\circ)}{360\ (g)} = 0.24\ J / g \, . C^\circ$$

- -

س 10 // قطعة من النحاس كتلتها 6 g , سخنت من 21C° الى 124C° . احسب كمية الحرارة بوحدات الكيلو جول (KJ) اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس (0.39 J / g . C°)

الحل // نجد التغير في درجة الحرارة

$$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (124 - 21)\ C^\circ = 103\ C^\circ$$

نستخدم العلاقة الاتية لحساب كمية الحرارة

$$q(J) = \zeta\ (T / g \, . \, C^\circ) \times m(g) \times \Delta T\ (C^\circ)$$

$$q(J) = 0.39\ (J / \cancel{g} \, . \, \cancel{C^\circ}) \times 6\ (\cancel{g}) \times 103\ (\cancel{C^\circ}) = 241\ J$$

ولتحويل الوحدة J الى KJ

$$q = \frac{241}{1000} = 0.241\ KJ$$

- -

س 11// احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات (KJ) من 350 g زئبق تبريدها من 77C° الى 12 C° . اذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق (0.14 J / g . C°)

الحل //

$$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (12 - 77)\ C^\circ = -65\ C^\circ$$

$$q(J) = \zeta\ (J / g \, . \, C^\circ) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^\circ)$$

$$q(J) = 0.4\ (J / \cancel{g} \, . \, \cancel{C^\circ}) \times 350\ (\cancel{g}) \times (-65)\ (\cancel{C^\circ}) = -3185$$

تحويل الوحدة من J الى KJ

$$q = \frac{-3185}{1000} = -\ 3.2\ KJ$$

- -

س 12 // اذا تم رفع درجة حرارة 34 g من الايثانول من 25 C° الى 79 C° احسب كمية الحرارة الممتصة بوساطة الايثانول اذا علمت ان الحرارة النوعية للايثانول (2 . 44 J / g . C°)

الحل //

$$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (79 - 25)\ C^\circ = 54\ C^\circ$$

$$q\ (J) = \zeta\ (T / g \, . \, C^\circ) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^\circ)$$

$$q\ (J) = 2.44\ (J / \cancel{g} \, . \, \cancel{C^\circ}) \times 34\ (\cancel{g}) \times 54\ (\cancel{C^\circ}) = 4479 \, . \, 8\ J$$

اشارة الحرارة الممتصة موجبة .

س 13 // سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجة حرارة 25 C° الى 40 C° , ما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J . احسب الحرارة النوعية لتلك المادة .

الحل //

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (40 - 25)\ C^\circ = 15\ C^\circ$

$q\ (J) = \zeta\ (j / g\ .\ C^\circ)\ x\ m\ (g)\ x\ \Delta T\ (C^\circ)$

$\zeta\ (J) / g\ .\ C^\circ\ ) = \frac{q(J)}{m\ (g) x\ \Delta T\ (C^\circ)}$

$= \frac{5700\ (J)}{155\ (g) x\ 15\ (C^\circ)} = 2.45\ J / g\ .\ C^\circ$

س 14 // $4.5\ g$ من حبيبات ذهب امتصت $276\ J$ من الحرارة عند تسخينها , فإذا علمت ان الحرارة الأبتدائية كانت $25\ C^\circ$ احسب الحرارة النهائية التي سخنت اليها , اذا علمت ان الحرارة النوعية للذهب $0.13\ J/g.c^\circ$

الحل //

$q\ (J) = \zeta\ (J / g\ .\ C^\circ)\ x\ m\ (g)\ x\ \Delta T\ (C^\circ)$

$\Delta T\ (C^\circ) = \frac{q\ (J)}{\zeta \left(\frac{J}{g}.C^\circ\right) x\ m\ (g)} = \frac{276\ (J)}{0.13\ \left(\frac{J}{g}.C^\circ\right) x\ 4.5 (g)}$

$= 471.8\ C^\circ$

والفرق في درجات الحرارة يساوي

$471.8\ C^\circ = (T_f - 25)\ C^\circ$

$T_f = 496.8\ C^\circ$

س 15 // جد قيمة ΔGr° للتفاعل $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$ الذي يجري في ظروف قياسية إذا أعطيت المعلومات :

$\Delta H_f^\circ\ CO_2 = -393.5\ KJ/mol$ $\Delta H_f^\circ\ CO = -110.5\ KJ/mol$

$S^\circ\ (CO) = 198\ J/k.mol$ $S^\circ\ (CO_2) = 214\ J/k.mol$ $S^\circ\ (O_2) = 205\ J/k.mol$

الحل // نحسب اولاً ΔHr° و ΔSr° من طريقة المجموع

$\Delta H_r = \sum n \Delta H_f^\circ\ (products) - \sum n \Delta H_f^\circ\ (reactauts)$

$\Delta H_r = [\ 2\ x\ -393.5\ ] - [\ 2\ x -110.5\ ]$

$= -787 + 221$

$\Delta H_r = -\ 566\ Kj / mol$

$\Delta S_r = \sum n \Delta S_r^\circ\ (products) - \sum n \Delta S_r^\circ\ (reactauts)$

$= [\ 2\ x\ 214\ ] - [\ (205) + (\ 2\ x\ 198)\ ]$

$= 428 - 601$

$\Delta S_r = -173\ J/K.mol$

نحسب ΔGr° من قانون كبس

$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$

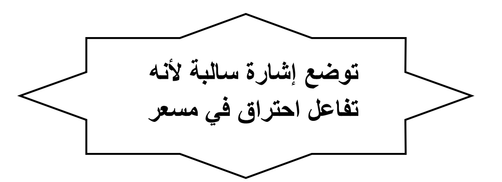
$= -566 - (298 * -173/1000)$

$= -566 + 51.55$

$\Delta Gr^\circ = -\ 514.5\ KJ/mol$

س 16 // عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية تساوي 2.4KJ/C° فأن درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار 0.12C° أحسب التغير في الانثالبي بوحدات J

الحل //



$\Delta Hr = q_p = C.\Delta T$

$\Delta Hr = 2.4 * 0.12$

$\Delta Hr = - 0.288\ KJ$

$\Delta Hr = -288\ J$

س17 //اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5g من حامض الخليك CH_3COOH (M = 60 g/mol) بوجود كمية وافية من الاوكسجين كان المسعر يحتوي على 750 g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2J/g.c) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر و محتوياته من 24 C° الى 28 C° احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

الحل //

$\Delta T = T2 - T1$

$= 28 - 24 = 4C°$

الإشارة سالبة لأنها منبعثة



2013
دور ثاني

$q = \zeta . m . \Delta T$

$q = 4.2 \times 750 \times 4$

$q = - 12600\ J$

$n = \frac{m}{M} = \frac{1.5}{60} = 0.025\ mol$

$\Delta H = qp = \frac{q}{n} = \frac{-12600}{0.025} = - 50400\ J / mol$

س 18 // ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية و ما هي أوجه الاختلاف عن الظروف القياسية (STP) التي تستخدم للغازات ؟

الحل // الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية هي درجة حرارة 25C° أي (298 K) وضغط 1atm أما الظروف القياسية في (STP) في الغازات فهي درجة حرارة 0C° أي 273 K وضغط 1atm .

س 19 // في مسعر حراري وضع 2.6 g من الاستيلين C_2H_2 (M = 26 g/ mol) فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي 130 KJ احسب انثالبي التكوين القياسية للاستلين اذا علمت ان

$\Delta H_f° H_2O = -286\ KJ/mol$, $\Delta H_f° CO_2 = -393.5\ KJ/mol$

الحل // نحسب ΔHr° من معلومات المسعر

$n = \frac{m}{M} = \frac{2.6}{26} = 0.1\ mol$

$\Delta Hr° = \frac{q}{n} = \frac{-130}{0.1}$

$= - 1300\ Kj / mol$ (منبعثة اشارة سالبة)

$C_2H_2 + 5/2\ O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$

$\Delta H_f = \sum n\Delta H_f° (products) - \sum n\Delta H_f° (reactauts)$

$-1300 = [(-286) + (2 x - 393.5)] - [x]$

$X = +227\ K / mol = \Delta H_f° C_2H_2$

س20 //

احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية Al_2O_3 و التغير في انثالبي الاحتراق (Al) في التفاعل

$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3 \quad (-3340\ Kj)$

الحل //

2014	2013
دور اول	دور ثالث

$\Delta H_f^\circ (Al_2O_3) = \frac{\Delta Hr^\circ}{n} = \frac{-3340}{2} = -1670\ Kj / mol$

$\Delta H_f^\circ (Al) = \frac{\Delta Hr^\circ}{n} = \frac{-3340}{4} = -835\ Kj / mol$

س 21 // اكتب نص قانون هيس وفسر فائدته في الكيمياء الحرارية من المعادلات الحرارية الاتية عند درجة حرارة 25 C° وضغط 1 atm

1) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow HCl_{(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = -185\ KJ$

2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = -484\ KJ$

احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي :-

$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\quad \Delta Hr^\circ = ?\ kJ$

الحل :- نص قانون هيس (عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغيير في الانثالبي لهذا التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة ام في سلسلة من الخطوات) .

ان فائدة قانون هيس تكمن في امكانية قياس انثالبي التفاعلات التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر لكون حدوثها غير ممكن لبطئها او لتكون نواتج جانبية .

$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = ?$

المعادلة (1) نعكس ونضرب 2X

المعادلة (2) تبقى $\quad 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = -484\ KJ\ (2)$

$4HCl_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + 2H_{2(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = +370\ KJ\ (3)$

$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

$\Delta H_r^\circ = (-484\ KJ) + (+370\ KJ) = -114\ KJ$

س 22 // اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية عند درجة حرارة 25 C° وضغط 1 atm .

1) $\frac{1}{2} N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = 33\ KJ$

2) $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = 11\ KJ$

احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي :

$2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$

الحل //

معادلة (1) تعكس وتضرب 2X
معادلة (2) تبقى

$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = 11\ KJ \quad (2)$

$2NO_2 \longrightarrow N_{2(g)} + 2O_{2(g)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = -66\ KJ \quad (3)$

$2NO_2 \longrightarrow N_2O_{4(g)}$

$\Delta Hr^\circ = (11KJ) + (-66\ KJ) = -55\ KJ$

س 23 // اذا كان لديك المعادلات الحرارية الاتية عند درجة حرارة 25 C° وضغط 1 atm .

1) $FeO_{(s)} + H_{2(g)} \longrightarrow Fe_{(s)} + H_2O_{(g)}$ $\Delta H_{r^\circ} = 25$ KJ

2) $3FeO_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(s)}$ $\Delta H_{r^\circ} = -318$ KJ

3) $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_{r^\circ} = -242$ KJ

احسب ΔH_{r° للتفاعل الاتي :

$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} + 4H_{2(g)}$ $\Delta H_{r^\circ} = ?$ KJ

الحل //

معادلة (1) تعكس 3 X , معادلة (3) تعكس

$3FeO_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(s)}$ $\Delta H_{r^\circ} = -318$ KJ

$3Fe_{(s)} + 3H_2O_{(g)} \longrightarrow 3FeO_{(s)} + 3H_{2(g)}$ $\Delta H_{r^\circ} = -75$ KJ

$H_2O_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$ $\Delta H_{r^\circ} = +242$ Kj

---

$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(s)} + 4H_2$

$\Delta H_{r^\circ} = (-318 \text{ KJ}) + (-75 \text{ KJ}) + (+242 \text{ KJ}) = -151$ KJ

س 24// تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة :

$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$ $\Delta S_{r^\circ} = 160$ J/K.mol

فاذا علمت ان ΔH_{f° لكل من $CaCO_3$, CaO , CO_2 هي على التوالي (-1207 , -635 , -393.5) بوحدات KJ / mol

1) احسب ΔH_{r° للتفاعل ثم ارسم مخطط الطاقة

2) ΔG_{r°

3) درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعل تلقائي .



2015
دور ثاني

الحل //

1)

$\Delta H_r = \sum n\Delta H_f^\circ \text{(products)} - \sum n\Delta H_f^\circ \text{(reactauts)}$

$\Delta H_r = [(-393.5) + (-635)] - [- 1207]$

$= -1028.5 + 1207$

$\Delta H_r = +178.5$ Kj / mol

طاقة
$CaO + CO_2$
محيط
ماص
$CaCO_3$

2)

$\Delta G_{r^\circ} = \Delta H_{r^\circ} - T\Delta S_{r^\circ}$

$= 178.5 - (298 * 160/1000)$

$= 178.5 + 47.7$

$\Delta G_{r^\circ} = 130.8$ KJ/mol

3) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$+ \quad +$

$- \;=\; + \;<\; -$

$\Delta H < T\Delta S$

$178.5 < T\frac{160}{1000}$

$\frac{178.5}{0.16} < T$

$1115.6 \text{ K} < T$

س 25 // احسب ΔH_r° للتفاعل التالي عند درجة الحرارة $25\ C^\circ$ وضغط 1 atm .

$$2NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} + 2CH_{4(g)} \longrightarrow 2HCN_{(l)} + 6H_2O_{(g)}$$

اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$\Delta H_f^\circ (CH_4) = -75\ KJ / mol$, $\Delta H_f^\circ (NH_3) = -46\ KJ / mol$

$\Delta H_f^\circ (H_2O) = -242\ KJ / mol$, $\Delta H_f^\circ (HCN) = 135\ KJ / mol$

الحل //

$$2NH_{3(g)} + 3O_2 + 2CH_{4(g)} \longrightarrow 2HCN_{(l)} + 6H_2O_{(g)}$$

$$\Delta H_f^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (products) - \sum n\ \Delta H_f^\circ (reactauts)$$

$$\Delta H_f^\circ = [\ 2\Delta H_f^\circ (HCN) + 6\Delta H_f^\circ (H_2O)\ ]\ - [\ 2\Delta H_f^\circ (NH_3) + 3\Delta H_f^\circ (O_2) + 2\Delta H_f^\circ (CH_4)\ ]$$

$$\Delta H_f^\circ = [\ 2 \times 135\ ] + 6 \times (\ -242\ ]\ -[\ 2 \times (\ -46\ ) + 3 \times (\ 0\ ) + 2 \times (-75\ )\ ]$$

$$\Delta H_f = -\ 940\ KJ / mol$$

س 26 // احسب انثالي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3(s)}$ اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$$P_4O_{10(s)} + 4HNO_{3(l)} \longrightarrow 4HPO_{3(l)} + 2N_2O_{5(g)}$$

$$\Delta H_r^\circ = -\ 180\ KJ$$

ΔH_f للمركبات الاتية :

$\Delta H_f^\circ\ (P_4O_{10}) = -\ 2984\ \ KJ / mol$

$\Delta H_f^\circ\ (HNO_3) = -\ 174\ \ KJ / mol$, $\Delta H_f^\circ\ (N_2O_5\ ) = -\ 43\ KJ / mol$

الحل // تحسب حرارة التفاعل ΔH_r° للتفاعل التالي بأستخدام العلاقة الاتية :

$$P_4O_{10\ (S)} + 4HNO_{3(l)} \longrightarrow 4HPO_{3(l)} + 2N_2O_{5\ (g)}$$

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ\ (products) - \sum n\Delta H_f^\circ\ (reactauts)$$

$$\Delta H_r^\circ = [\ 4 \times \Delta H_f^\circ\ (HPO_3) + 2 \times \Delta H_f^\circ\ (N_2O_5)\ ] - [\ \Delta H_f^\circ\ (P_4O_{10}) + 4 \times \Delta H_f^\circ\ (HNO_3)\ ]$$

$$\Delta H_r^\circ = [\ 4 \times \Delta H_f^\circ (HPO_3) + (\ 2 \times -43mole\ )\ ] - [\ (-2984\ KJ/mole) + [\ 4 \times (-174KJ/mol)\ ]$$

$$\Delta H_f^\circ(HPO_3) = \frac{[(-180)+(-3594)]KJ / mo}{4}$$

$$\Delta H_f^\circ(HPO_3) = -943.5\ KJ / mol$$

س27 // أحسب ΔS_r° للتفاعل الأتي عند درجة حرارة $25C^\circ$ و ضغط 1atm .

اذا علمت أن : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

$S^\circ(N_2) = 192\ J/K.mol$ و $S^\circ(H_2) = 131\ J/K.mol$ و $S^\circ(\ NH_3\ ) = 193\ J/\ K.mol$

الحل // للتفاعل الأتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

$$\Delta S_r^\circ = \sum nS^\circ(\ products\ ) - \sum nS^\circ(\ Reactauts\ )$$

$$\Delta S_r^\circ = [\ 2 \times S^\circ(NH_3)\ ] - [\ S^\circ(N_2) + 3 \times S^\circ(H_2)\ ]$$

$$\Delta S_r^\circ = [\ 2 \times 193\ J/k.mol\ ] - [\ 192\ J/k.mol + 3 \times 131J/k.mol\ ]$$

$$\Delta S_r^\circ = -199\ J/K.mol$$

س 28 // ما نعني بالعملية التلقائية . وضح ذلك ثم أعط مثالين لكل من العمليات التلقائية و غير التلقائية .

الحل // العملية التلقائية // أي عملية فيزيائية أو كيميائية يمكن أن تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من أي عامل خارجي و من أمثلة العمليات التلقائية سقوط الماء من أعلى الشلال و ذوبان قطعة السكر و عكس تلك العمليات أي صعود الماء الى أعلى الشلال و تجمع السكر الى شكله الأبتدائي هي عمليات غير تلقائية

س 29 // أي من العمليات الأتية تلقائية و أيها غير تلقائية :

أ) ذوبان ملح الطعام في الماء .

ب) تسلق قمة ايفرست .

ج) انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء قنينة العطر .

د) فصل الهيليوم و النيون من مزيج من الغازات .

الحل //

أ) عملية تلقائية　　　　ب) عملية غير تلقائية

ج) عملية تلقائية　　　　د) عملية غير تلقائية

س31 //

للتفاعل $2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$ احسب ΔSr° بوحدات J/K.mol اذا علمت ان

$\Delta Hf^\circ (H_2O) = -242\ KJ/mol$　　$\Delta Gf^\circ (H_2O) = -228\ KJ/mol$

الحل //

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

نحسب اولاً ΔHr°　ΔGr° من طريقة المجموع



2015
تمهيدي

$$\Delta Hf^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{n}$$

$$\Delta Hr^\circ = -242 \times 2 = -484\ Kj/mol$$

$$\Delta Gf^\circ = \frac{\Delta Gr^\circ}{n}$$

$$\Delta Gr^\circ = -228 \times 2 = -456\ Kj/mol$$

نحسب ΔS° من علاقة كبس

$$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\Delta Sr^\circ$$

$$-456 = -484 - 298 \times \Delta Sr^\circ$$

$$298\ \Delta Sr^\circ = -484 + 456$$

$$\Delta Sr^\circ = \frac{-28}{298} = -0.093\ Kj / k.mol$$

$$\Delta Sr^\circ = 93\ J / k . mol$$

س32 // أحسب ΔS_r° للتفاعل التالي عند درجة حرارة $25\ C^\circ$ و ضغط 1 atm .

$$SiH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow SiO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

اذا اعطيت المعلومات الأتية :

$S^\circ(SiH_4) = 206\ J/k.mol$ و $S^\circ(O_2) = 205\ J/k.mol$

$S^\circ(SiO_2) = 42\ J/k.mol$ و $S^\circ(H_2O) = 70\ J/k.mol$

الحل//

$$SiH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow SiO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum nS^\circ(Products) - \sum nS^\circ(Reactauts)$$

$$\Delta S_r^\circ = [\ S^\circ(SiO_2) + 2 \times S^\circ(H_2O)\ ] - [\ S^\circ(SiH_4) + 2S^\circ(O_2)\ ]$$

$$\Delta S_r^\circ = [\ 42\ J/k.mol + 2 \times 70\ J/k.mol\ ] - [\ 206\ J/k.mol + 2 \times 205\ J/k.mol\ ]$$

$$\Delta S_r^\circ = -434\ J/k.mol$$

س 33 // اذا علمت أن قيمة ΔS_r° للتفاعل التالي تساوي 137 j/k.mol عند درجة حرارة $25\ C^\circ$ و ضغط 1 atm وأن قيم $S^\circ(O_2)$ تساوي 206j/K,mol فما قيمة S° للأوزون O_3؟

$$2O_{3(g)} \longrightarrow 3O_{2(g)}$$

الحل //

$$2O_3 \longrightarrow 3O_2$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum nS^\circ(\ products\ ) - \sum nS^\circ(\ reactauts\ )$$

$$\Delta S_r^\circ = [\ 3 \times S^\circ(O_2)\ ] - [\ 2 \times S^\circ(O_3)\ ]$$

$$137\ j/k.mol = [\ 3 \times 205\ j/k.mol\ ] - [\ 2 \times S^\circ(O_3)\ ]$$

$$S^\circ(O_3) = \frac{(615-137)\ j/k.mol}{2}$$

$$S^\circ(O_3) = 239\ \ j/k.mol$$

س 35 // اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO , H_2 , CH_3OH بوحدات KJ / mol على التوالي (284 - , 286- , 727-) احسب ΔH_r° باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي :

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

الحل // نكتب معادلات احتراق

$CO + 1/2O_2 \longrightarrow CO_2$ $\qquad \Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ = -284\ KJ/mol$

$H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$ $\qquad \Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$

$CH_3OH + 3/2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ $\qquad \Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ = -727\ KJ/mol$

معادلة الهدف $CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$

المعادلة الأولى تبقى و المعادلة الثانية تضرب في 2 والثالثة تعكس

$CO + 1/2O_2 \longrightarrow CO_2$ $\qquad \Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ = -284\ KJ/mol$

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ $\qquad \Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ = -286 \times 2 = -572$

$CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_3OH + 3/2O_2$ $\qquad \Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ = +727\ KJ/mol$

$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$ $\qquad \Delta H_r^\circ = -129\ KJ$

س 36 // جد درجة الحرارة التي ستصبح عندها المتفاعلات التالية تلقائية اذا علمت ان قيم ΔS , ΔH لها تساوي $\Delta H = +126\ KJ / mol$, $\Delta S = +48\ J / k.mol$

// A

$\Delta S = \frac{84}{1000} = 0.048\ KJ / mol$

$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$= + < -$

$\Delta H < T\Delta S$

$126 < T\ 0.048$

$\frac{126}{1000} < T$

$2625\ K < T$

// B $\Delta H = -12\ KJ / mol$

$\Delta S = -105\ J/K . mol$

$\Delta S = -\frac{105}{1000} = -0.105\ KJ / K . mol$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ (- -)

$= - > +$

$\Delta H > T\Delta S$

$-12 > T\ 0.105$

$\frac{12}{0.105} > T$

$114\ K > T$

∴ ليصبح التفاعل تلقائي

س37 // من قيم ΔH و ΔS تنبأ بأي التفاعلين التاليين سيكون تلقائياً عند درجة $25\mathring{C}$ و ضغط 1atm , واذا لم يكن تلقائي فبأي درجة يصبح تلقائي ؟

// A $\Delta H = 11\ Kj / mol$, $\Delta\mathring{S} = 30\ j/k.mol$

$\Delta S = \frac{30}{1000} = 0.03\ Kj / mol$

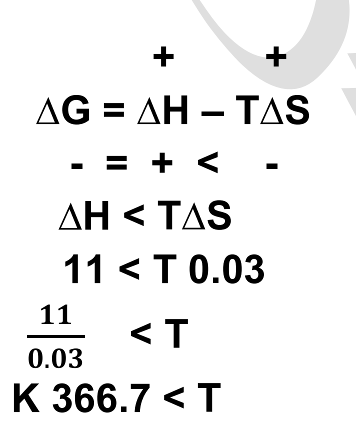
$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = 11 - (0.03 \times 298)$

$\Delta G = +2.06\ Kj / mol$

∴ التفاعل غير تلقائي

لكي يصبح التفاعل تلقائي



$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ (+ +)

$- = + < -$

$\Delta H < T\Delta S$

$11 < T\ 0.03$

$\frac{11}{0.03} < T$

$K\ 366.7 < T$



2014
تمهيدي

// B $\Delta H = 2\ Kj / mol$, $\Delta S = 113\ J /k .mol$

$\Delta S = \frac{113}{1000}$

$\Delta S = 0.113\ Kj / K .mol$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = 2 - (0.113 \times 298)$

$\Delta G = 2 - 33.9$

$\Delta G = - 31.1\ Kj / mol$

∴ التفاعل تلقائي عند $25\mathring{C}$

س 38// علل ما يأتي في ضوء علاقة كبس

1) عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية ؟

$\Delta G = -$ تلقائي

$\Delta H = +$ ماص للحرارة

$\Delta S = +$ عشوائي

(تحول من صلب الى سائل)



2013 دور ثالث	2015 دور اول

$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$- \ = \ + \ < \ -$

تلقائي بالظروف الاعتيادية

لأن $\Delta H < T\Delta S$

---

2) لا يتحلل الماء الى عناصره الأولية بالظروف الاعتيادية ؟

$\Delta G = +$ غير تلقائي (لا يتحلل)

$\Delta H = +$ ماص للحرارة

$\Delta S = +$ زيادة في العشوائية

(زيادة في المولات)



2013 دور اول	2014 دور ثالث

$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$+ \ = \ + \ > \ -$

غير تلقائي بالظروف الاعتيادية

لأن $T\Delta S < \Delta H$

---

3) يذوب غاز ثنائي أوكسيد الكبريت في الماء تلقائياً ويبعث حرارة اثناء عملية ذوبانه ؟

$\Delta G = -$ تلقائي (يذوب)

$\Delta H = -$ باعث للحرارة

$\Delta S = -$ غير عشوائي

(تحول من غاز الى سائل)

$\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{-}$

$- \ = \ - \ > \ +$

تلقائي بخفض درجة الحرارة

عندما $\Delta H > T\Delta S$

---

4) لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية ؟

$\Delta G = +$ غير تلقائي

$\Delta H = +$ ماص للحرارة

$\Delta S = +$ عشوائي (زيادة في المولات)

$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$+ \ = \ + \ > \ -$

غير تلقائي لأن $\Delta H < T\Delta S$

5) تفكك أوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائما عند درجات الحرارة العالية ؟

$\Delta G = -$ تلقائي

$\Delta H = +$ ماص للحرارة

$\Delta S = +$ عشوائي (زيادة في المولات)

$\Delta G = \Delta H^{+} - T\Delta S^{+}$

$- = + < -$

تلقائي في درجات الحرارة العالية

لأن $\Delta H < T\Delta S$



2013
دور ثاني

---

6) ينجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً وليس درجات الحرارة الاعتيادية .

$\Delta G = -$ تلقائي

$\Delta H = -$ باعث (انجماد)

$\Delta S = -$ نظام

(تحول من سائل الى صلب)

$\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{-}$

$+ > - = -$ تلقائي

عندما $\Delta H > T\Delta S$

أي بخفض درجة الحرارة

---

7) يتحلل الأوزون الى الاوكسجين تلقائياً عند درجات الحرارة جميعها ؟ $2O_3 \longrightarrow 3O_2$

$\Delta G = -$ تلقائي

$\Delta H = -$ باعث (لأن التفاعل تلقائي دائماً لذلك يجب ان يكون باعث)

$\Delta S = +$ عشوائي (زيادة في عدد المولات)

$\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{+}$

$- = - < -$

تلقائي في جميع درجات الحرارة

---

8) تفاعل الامونيا مع غاز كلوريد الهيدروجين عند درجات الحراة الاعتيادية .

$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

$\Delta G = -$ تلقائي

$\Delta H = -$ باعث (تفاعل تكوين)

$\Delta S = -$ نظام

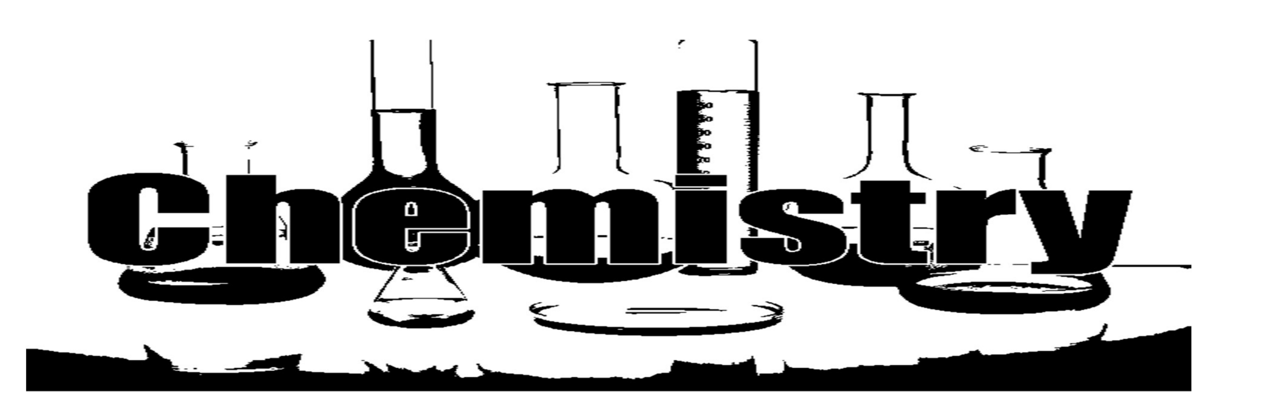
(نقصان في عدد المولات)

$\Delta G = \Delta H^{-} - T\Delta S^{-}$

$- = - > +$

تلقائي لكي يكون

عندما $\Delta H > T\Delta S$



للصف السادس علمي
الفرع الاحيائي

اعداد الأستاذ
مهدي الحسناوي
07807502408

الفصل الثاني
الاتزان الكيميائي



الفصل الثاني / الأتزان الكيميائي

Chemical Equilibrium

التفاعلات غير الأنعكاسية (التامة) // تلك التفاعلات التي تكون بأتجاه واحد حيث يتم استهلاك أحد أو كل المواد المتفاعلة و لا يمكن لنواتج هذا التفاعل تكوين المتفاعلات تحت نفس الظروف و يرمز لهذا التفاعل بسهم واحد مثل :

$$H_2SO_{4(aq)} + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

التفاعلات الأنعكاسية // هي تفاعلات تسير بأتجاهين متعاكسين ولاتستهلك فيها جميع المواد المتفاعلة ولنواتجها القدرة على تكوين المتفاعلات ويرمز لها بالرمز $\longleftrightarrow$ (سهمين متعاكسين) مثل :

$$CH_3COOH + CH_3OH \longleftrightarrow CH_3COOCH_3 + H_2O$$

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة // هي تفاعلات تكون جميع موادها المتفاعلة والناتجة في طور واحد اما غازي او صلباو محلول . مثل :

(غازي)

$$N_2O_{4(g)} \longleftrightarrow 2NO_{2(g)}$$

(صلب)

$$Zn_{(s)} + S_{(s)} \longleftrightarrow ZnS_{(s)}$$

$$HCOOH_{(aq)} + CH_3OH_{(aq)} \longleftrightarrow HCOOCH_{3(aq)} + H_2O_{(aq)}$$

التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة // هي تفاعلات تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة بأطوار مختلفة مثل :

$$CaCO_{3(s)} \longleftrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

حالة الاتزان

للتفاعل الاتي

$$N_2 + 3H_2 \underset{Rb}{\overset{Rf}{\longleftrightarrow}} 2NH_3$$

التفاعلات الانعكاسية تسير بأتجاهين

حيث Rf سرعة التفاعل الامامي

Rb سرعة التفاعل الخلفي

عندما Rf = Rb فأن التفاعل يصل الى حالة الاتزان .

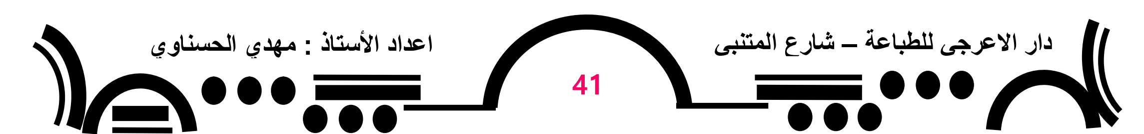
∴ Kf هو ثابت سرعة التفاعل الامامي .

Kb هو ثابت سرعة التفاعل الخلفي .

حالة الاتزان :- حالة توازن ديناميكي حركي وليس استاتيكي ساكن تتساوى فيه سرعة التفاعل الامامي مع سرعة التفاعل الخلفي .

Rf

Rb



قانون فعل الكتلة ((عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي في اي اتجاه كان تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الموزونة))

عند الاتزان $\frac{Kf}{Kb}$ = Keq ثابت الاتزان

ويمكن حساب ثابت الاتزان :-

1) بدلالة التراكيز المولارية ((KC))

مثال

$$aA + bB \underset{Kb}{\overset{Kf}{\longleftrightarrow}} gG + hH$$

$Rf = Kf\,[A]^a\,[B]^b$

$Rb = Kb\,[G]^g\,[H]^h$

عدد التوازن $Rf = Rb$

$Kf\,[A]^a\,[B]^b = Kb\,[G]^g\,[H]^h$

$$\frac{kf}{kb} = \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a\,[B]^b}$$

$$KC = \frac{[G]^g\,[H]^h}{[A]^a\,[B]^b}$$

∴ KC ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية

---

2) بدلالة الضغوط الجزيئية ((Kp))

ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية :- يمثل حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للناتج على حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمتفاعلات كل منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في معادلة التوازن

$$aA + bB \longleftrightarrow gG + hH$$

$$Kp = \frac{(P_G)^g\,(P_H)^h}{(P_A)^a\,(P_B)^b}$$

∴ Kp ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية

ملاحظة // تحذف تراكيز المواد الصلبة والسائلة من علاقة ثابت الاتزان لان المواد الصلبة والسائلة النقية تكون تراكيزها ثابتة حتى مع تغير كميتها وتغير الحجم لان النسبة بين كميتها والحجم تبقى ثابتة .

(g) يذكر في Kc , Kp

(s) لايذكر

(L) لايذكر (eq) يذكر في Kc ولايذكر في Kp

مثال // اكتب علاقة Kc , Kp للتفاعلات التالية ؟

1) $2NaHCO_{3(s)} \longleftrightarrow Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$

$Kc = [H_2O]\,[CO_2]$

$Kp = P_{H_2O}\;P_{CO_2}$

---

2) $CaCO_3 \longleftrightarrow CaO + CO_2$

(s) (s) (g)

$Kc = [CO_2]$

$Kp = P_{CO_2}$

---

3) $NO_2^- + H_2O \longleftrightarrow HNO_2 + OH^-$

(aq) (L) (aq) (aq)

$$Kc = \frac{[HNO_2][OH^-]}{[NO_2^-]}$$

---

4) $2Hg + O_2 \longleftrightarrow 2H_gO$

(L) (g) (s)

$$Kc = \frac{1}{[O_2]} \qquad Kp = \frac{1}{P_{O2}}$$

مثال (1 – 2)

للتفاعل المتزن $N_2 + 3H_2 \longleftrightarrow 2NH_3$ وجد ان

(g) (g) (g)

0.11 = Kf , 0.05 = Kb احسب Keq

$$Keq = \frac{kf}{kb} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

تمرين (2 – 1)

تفاعل متزن فيه 4.24 = Keq و 0.02 = Kb احسب Kf ؟

الحل



2015 دور أول	2014 دور أول

$$Keq = \frac{Kf}{Kb} \Longrightarrow 4.24 = \frac{Kf}{0.02}$$

$Kf = 0.0848$

تمرين (2 – 2)

اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية Kc وثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية Kp للتفاعلات التالية ان امكن :-

1) $2CO_2 \longleftrightarrow 2CO + O_2$

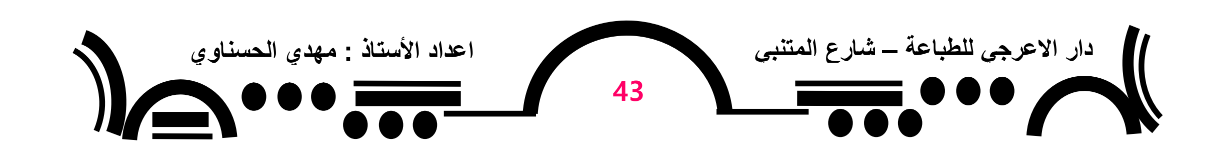
g. g. g.

$$Kc = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} \qquad Kp = \frac{P^2CO\ Po_2}{P^2Co_2}$$

2) $3O_2 \longleftrightarrow 2O_3$

g. g.

$$Kc = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3} \qquad Kp = \frac{P^2o_3}{P^3o_2}$$



3) $CO + Cl_2 \longleftrightarrow COCl_2$

g. g. g.

$Kc = \frac{[COCL_2]}{[CO][Cl_2]}$ $\qquad$ $Kp = \frac{P_{COC\,2}}{P_{Co}P_{Cl_2}}$

4) $H_2O + C \longleftrightarrow CO + H_2$

g. S. g. g.

$Kc = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$ $\qquad$ $Kp = \frac{P_{CO}\,P_{H_2}}{p_{H_2O}}$

5) $2ZnS + 3O_2 \longleftrightarrow 2ZnO + 2SO_2$

S. g. S. g.

$Kc = \frac{[SO_2]^2}{[O_2]^3}$ $\qquad$ $Kp = \frac{P^2 so_3}{P^3 o_2}$

6) $C_6H_5COOH \longleftrightarrow C_6H_5COO^- + H^+$

aq. aq. aq.

$Kc = \frac{[C_6H_5COO^-][H^+]}{[C_6H_5COOH]}$

7) $2NO_2 + 7H_2 \longleftrightarrow 2NH_3 + 4H_2O$

g. g. g. L.

$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[NO_2]^2[H_2]^7}$ $\qquad$ $Kp = \frac{P^2\ _{NH_3}}{P^2\ _{NO_2}P^7\ _{H_2}}$

حساب Kc , Kp

1) اذا اعطى في السؤال قيمة تراكيز أو ضغوط عند الاتزان :

تمرين (2 – 3) جد قيمة K_{eq} للتفاعل الأتي عند 100 C°

اذا علمت أن تراكيز الأتزان

$2NO_2 \longleftrightarrow N_2O_4$

(g) (g)

$0.002\ M = [N_2O_4]$, $0.017\ M = [NO_2]$

الحل // يوجد عند الأتزان تراكيز مولارية $\qquad$ Kc = Keq

$Kc = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$

$Kc = \frac{(0.002)}{(0.017)^2} = 6.92$

مثال (2 – 4) جد قيمة Keq للتفاعل

واجب

$2CH_4 \longleftrightarrow C_2H_2 + 3H_2$



اذا علمت ان التراكيز في درجة حرارة معينة عند حصول الأتزان هي :-

$[CH_4] = 0.03\ M$, $[C_2H_2] = 0.05\ M$ $\qquad$ $[H_2] = 0.143\ M$

2) اذا اعطى في السؤال تراكيز أو ضغوط اولية :

$$N_3 + 3H_2 \longleftrightarrow 2NH_3$$

التراكيز الأبتدائية	A	B	O
التغير في التركيز	- x	-3x	+2x
حالة الأتزان	A – X	B – 3X	0 + 2X

حيث //

A , B تمثل التراكيز الأبتدائية أو الأولية أو ما وضع في الأناء من H_2 , N_2 في بداية التفاعل

(- X) = ما استهلك أو تفكك أو ما نقص من N_2

(- 3X) = ما استهلك أو تفكك أو ما نقص من H_2

(+ 2X) = ما تكون من NH_3 أو ما زاد على NH_3

(A – X) = ماتبقى من N_2 أو تركيز التوازن لـ N_2

(B – 3X) = ماتبقى من H_2 أو تركيز التوازن لـ H_2

(0 + 2X) = تركيز التوازن من NH_3 (الناتج)

ملاحظة // اذا ذكر في السؤال (وضع ، سخن ، ادخل ، مزج ، خلط) فهذا يعني انها تراكيز أو ضغوط ابتدائية و يجب الحل بالفرضية .

مثال (2 – 5) للتفاعل الاتي خلط 0.5 M من H_2 و I_2 في وعاء حجمه لتر وبدرجة حرارة 340 C° حتى وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان Kc = 25 .

اوجد تراكيز الخليط عند التوازن ؟

الحل //

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \longleftrightarrow 2HI_{(g)}$$

قبل التفاعل	0.5	5.0	0
التغير في التراكيز	-X	-X	+2X
الاتزان	0.5 - X	0.5 – X	0 + 2X

$$Kc = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{[2X]^2}{[0.5-X]^2}$$

$$25 = \frac{(2X)2}{(0.5-X)2} \quad \text{بجذر الطرفين} \Longrightarrow 5 = \frac{2X}{0.5-X}$$

$$5 = \frac{2X}{0.5-X}$$

$$2.5 - 5X = 2X \Longrightarrow 2.5 = 2X + 5X$$

$$2 . 5 = 7X$$

$$\therefore \quad X = 0.35\ M$$

ثم نعوض قيمة X للحصول على تراكيز الاتزان

$$[H_2] = 0.15\ M \quad , \quad [I_2] = 0.15\ M \quad , \quad [HI] = 0.7\ M$$

تمرين "4 – 2" //

للتفاعل الاتي $H_2 + Br_2 \longleftrightarrow 2HBr$ وضع في اناء حجمه لتر واحد 0.4 mol من كل من H_2 , Br_2 وبدرجة حرارة 425 C° . احسب تراكيز خليط الاتزان علماً ان Kc = 0.25 ؟

الحل //

$$H_2 + Br_2 \longleftrightarrow 2HBr$$

	H_2	Br_2	$2HBr$
قبل التفاعل	0.4	0.4	0
التغير في التركيز	-X	-X	+2X
الاتزان	0.4 – X	0.4 – X	0+2X

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.4}{1} = 0.4\ M$$

$$Kc = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$$

$$Kc = 0.25 = \frac{(2X)^2}{(0.4-X)^2}$$

بالجذر

$$0.5 = \frac{2X}{0.4-X}$$

$$2X = 0.2 – 0.5\ X$$

$$2X + 0.5\ X = 0.2$$

$$2.5\ X = 0.2$$

$\therefore$ X = 0.08 mol

بتعويض قيمة X نحصل على تراكيز الاتزان

$[H_2]$ = 0.32 mol , $[Br_2]$ = 0.32 mol , $[HBr]$ = 0.16 mol

---

مثال (2 – 6) في احدى التجارب العملية ادخل (0.625 mol) من غاز N_2O_4 في وعاء سعته (5L) فتفكك الغاز حسب التفاعل الاتي : $N_2O_{4(g)} \longleftrightarrow 2NO_{2(g)}$ وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة التوازن وجد ان تراكيز [N_2O_4) المتبقي = 0.025 mol / L , احسب قيمة Kc لهذا التفاعل ؟

الحل //

الحجم 5L = V

$$M = \frac{n\ mol}{VL}$$

$$M = \frac{0.625}{5}$$

M = 0.125 mol / L

المتبقي من N_2O_4 = 0.025

0.025 = 0.125 – X

$\therefore$ X = 0.1 mol / L

$$N_2O_{4\,(g)} \longleftrightarrow 2NO_{2\,(g)}$$

	N_2O_4	$2NO_2$
بداية التفاعل	0.125	0
تغير في التركيز	-X	0+2 X
اتزان	0.125 – X	0+2 X
	(0.025)	(0.2)

وزاري
2016
تمهيدي

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$Kc = \frac{(0.2)^2}{(0.025)}$$

$$Kc = \frac{0.04}{0.025} \qquad Kc = 1.6$$

مثال (2 – 7) للتفاعل الغازي $2SO_2 + O_2 \longleftrightarrow 2SO_3$ في وعاء حجمه لتر واحد . وجد ان الضغط الجزئي لغاز SO_3 قبل تفككه = 3 atm عند درجة حرارة معينة بلغ التفاعل حالة التوازن فوجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm , احسب Kp للتفاعل عند الاتزان ؟

الحل //

	$2SO_3$	$\longleftrightarrow$	$2SO_2$	$+ O_2$
الضغوط الابتدائية	3		0	0
التغير في الضغط	-2X		+2X	+X
حالة الاتزان	3-2X		0+2X	0+X

الضغط الكلي عند الاتزان = مجموع الضغوط الجزيئية

$$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$$

$$4 = (3 – 2 X) + (2X) + (X)$$

$$4 = 3 + X$$

$$X = 1 \text{ atm}$$

(بتعويض قيمة X نحصل على ضغوط الاتزان

$$\therefore P_{SO_3} = 3 – 2 X = 3 – 2 X 1 = 1 \text{ atm}$$

$$P_{SO_2} = 2 X = 2 \text{ atm}$$

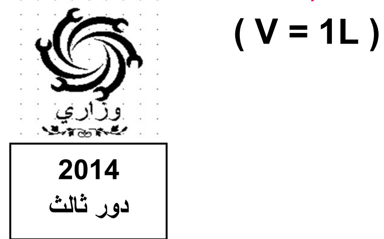
$$P_{O_2} = X = 1 \text{ atm}$$

$$\therefore Kp = \frac{P^2_{SO_2}\ P_{O_2}}{P^2_{SO_3}} = \frac{(2)^2(1)}{(1)^2}$$

$$\therefore Kp = 4$$

تمرين (2 – 5) التفاعل $2CO + O_2 \longleftrightarrow 2CO_2$ وضع في اناء حجمه لتر (0.8 mol) من غاز CO_2 بدرجة حرارة معينة فوصل التفاعل الى حالة التوازن وقد وجد ان نصف الكمية قد تفككت , احسب Kc للتفاعل ؟

(V = 1L)



2014
دور ثالث

	$2CO_2$	$\longleftrightarrow$	$2CO$	$+ O_2$
التراكيز الابتدائية	8.0		0	0
التغير في التراكيز	-2X		+2X	+X
حالة الاتزان	(0.8 – 2X)		(0+2X)	(0+X)
	4.0		0.4	0.2

التركيز الابتدائي لـ CO_2 = 0.8

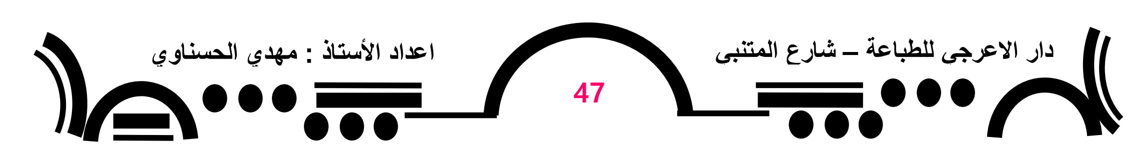
المتفكك = نصف الكمية الابتدائية = 0.4 M

المتفكك = 2X = 0.4

$\therefore$ X = 0.2 M

$$Kc = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$$

$$Kc = \frac{(0.4)^2(0.2)}{(0.4)^2} \Longrightarrow Kc = 0.2$$



تمرين (2 – 6) في التفاعل الغازي $2NH_3 \longleftrightarrow N_2 + 3H_2$ وضعت مولات مختلفة من N_2 , H_2 في اناء سعته لتر واحد وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 = (0.3 mol) وما تبقى من N_2 = (0.2 mol) ما عدد مولات N_2 , H_2 وقبل بدء التفاعل علماً ان ثابت الاتزان Kc للتفاعل = 200 ؟

وزاري 2015 تمهيدي

الحل //

	N_2	$+ 3H_2$	$\longleftrightarrow 2NH_3$
تراكيز ابتدائية	A	B	0
تغيير	-X	-3X	+2X
اتزان	A-X	B-3X	2X
	0.2	B-(3*0.1)	0.2
	0.2	B-0.3	0.2

$3X = 0.3$ المستهلك

$X = 0.1$ M من H_2

$A - X = 0.2$

$A - 0.1 = 0.2$

$A = 0.3\ M = [N_2]$

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$200 = \frac{(0.2)^2}{(0.2)(B-0.3)^3}$$

$$0.04 = 40\,(B-0.3)^3$$

$$(B-0.3)^3 = \frac{0.04}{40}$$

$$(B-0.3)^3 = 0.001$$ بالجذر التكعيبي

$$B - 0.3 = 0.1$$

$$B = 0.4\ M = [H_2]$$

العلاقة بين ثابتي الاتزان Kp , Kc

قانون $\{ \quad Kc = Kp\,(RT)^{-\Delta ng} \quad \}$

قانون $\{ Kp = Kc\,(RT)^{\Delta ng} \}$

قانون $\{ \Delta ng = \sum ng(p) - \sum ng(R) \}$

اذا كان

Δng = صفر $\quad Kp = Kc$

Δng = قيمة موجبة $\quad Kc < Kp$

Δng = قيمة سالبة $\quad Kc > Kp$

$R = 0.082$

$((T = tC^{\circ} + 273))$

مثال (2 – 8) في تفاعل ما ($\Delta n = -1$) $Kc = 4.1$ بدرجة حرارة $227\ C^\circ$ فما قيمة Kp لهذا التفاعل ؟

$Kp = Kc\ (RT)^{\Delta ng}$

$T_{(k)} = t\ (C^\circ) + 273$

$T = 227 + 273$

$T = 500\ K$

$Kp = 4.1 \times (0.082 \times 500)^{-1}$

$Kp = 0.1$

مثال (2 – 9) افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي عند درجة حرارة (300 K)

$$\underset{(s)}{NH_4HS} \longleftrightarrow \underset{(g)}{NH_3} + \underset{(g)}{H_2S}$$

ووجد ان قيم الضغوط الجزيئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي 0.3 atm , احسب Kc , Kp للتفاعل ؟

$Kc = Kp\ (RT)^{-\Delta ng}$

$Kp = (P_{NH_3})\ (P_{H_2S})$

(H_2S) مادة لا تذكر صلبة ضمن Kp

$Kp = (0.3) \times (0.3)$

$Kp = 0.09$

$\Delta ng = \sum ng\ (p) - \sum ng\ (R)$

$\Delta ng = 2 - 0$

$\Delta ng = 2$

$Kc = Kp\ (RT)^{-\Delta ng}$

$Kc = 0.09\ (0.082 \times 300)^{-2}$

$Kc = 1.5 \times 10^{-4}$



2015
دور ثاني

تمرين (2 – 7) احسب قيمة Kc للتفاعل المتزن عند $500\ C^\circ$ اذا علمت ان قيمة Kp للتفاعل تساوي 1.5×10^{-5} عند درجة الحرارة نفسها ؟

$$\underset{g}{3H_2} + \underset{g}{N_2} \longleftrightarrow \underset{g}{2NH_3}$$

$T = 500 + 273$

$= 773\ K$

$\Delta ng = \sum ng\ (p) - \sum ng\ (R)$

$\Delta ng = 2 - 4$

$\Delta ng = -2$

$Kc = Kp\ (RT)^{-\Delta ng}$

$Kc = 1.5 \times 10^{-5}\ (0.082 \times 773)^{-(-2)}$

$Kc = 1.5 \times 10^{-5}\ (0.082 \times 773)^{2}$

$Kc = 6026.6 \times 10^{-5} = 0.06$

تمرين (2 – 8) اذا كانت Kc تساوي 1.6 عند $1000\ C^{\circ}$ بالنسبة للتفاعل الاتي

$$3C_{(s)} + CO_{2(g)} \longleftrightarrow 2CO_{(g)}$$

احسب ضغط CO الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي في تلك الحالة لغاز CO_2 يساوي (0.6 atm) ؟

$T = 1000 + 273$

$T = 1273\ K$

$\Delta ng = 2 - 1$

$\Delta ng = 1$

$Kc = Kp\,(RT)^{-\Delta ng}$

$1.6 = Kp\,(0.082 \times 1273)^{-1}$

$1.6 = Kp\,(104.3)^{-1}$

$$1.6 = \frac{Kp}{104.3}$$

$\therefore Kp = 1.6 \times 104.3$

$Kp = 167$

$$Kp = \frac{(Pco)^2}{(Pco_2)}$$

$$167 = \frac{(Pco)^2}{0.6}$$

$(Pco)^2 = 100.2$

$\therefore Pco = 10\ atm$

اهمية ثابت الاتزان

لمعرفة ثابت الاتزان اهمية في :-

1- تحديد اتجاه التفاعل .

2- بيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة .

1)تحديد اتجاه التفاعل :-

A// اذا كانت قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً دل ذلك على ان تراكيز المواد الناتجة كبيرة جداً , اي ان التفاعل يسير بأتجاه واحد هو الاتجاه الامامي .

B// اذا كانت قيمة ثابت الاتزان صغيرة جداً دل ذلك على ان تراكيز المواد الناتجة صغيرة جداً , اي ان التفاعل يسير باتجاه واحد هو الاتجاه الخلفي .

C// اذا كانت قيمة ثابت الاتزان تساوي الواحد الصحيح او اي قيمة مقاربة له , فأن هذا يعني ان تراكيز المتفاعلات والنواتج تكاد تكون متساوية .

خلاصة //

$Kc >> 1$	التفاعل يسير بالاتجاه الامامي
$Kc << 1$	التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي
$Kc \simeq 1$	التفاعلات والنواتج متساوية

مثال (2 – 10) من قيم ثابت الاتزان للتفاعلات الاتية تنبأ بحالة الاتزان :-

1) $2HF \longleftrightarrow H_2 + F_2$ $\quad K_{eq} = 1 \times 10^{-95}$

2) $2SO_3 + O_2 \longleftrightarrow 2SO_3$ $\quad K_{eq} = 8 \times 10^{25}$

3) $3H_2 + N_2 \longleftrightarrow 2NH_3$ $\quad K_{eq} = 1.1$

الحل //

1) التفاعل الأول $Keq = 1 \times 10^{-95}$ قيمة ثابت الأتزان صغيرة جداً عند الأتزان اي أن كمية النواتج تكاد تكون قليلة جداً لدرجة انه لا يمكن حدوث هذا التفاعل من الناحية العلمية .

2) التفاعل الثاني $keq = 8 \times 10^{25}$ قيمة ثابت الأتزان كبيرة جداً عند الأتزان لذا يمكن القول ان تراكيز المواد الناتجة قد وصلت الى درجة قريبة الأكتمال وأن تراكيز المواد المتفاعلة كمية ضئيلة جداً (بقيت بدون تفاعل) لذا يمكن القول أن هذا التفاعل تفاعل تام .

3) التفاعل الثالث $Keq = 1.1$ قيمة ثابت الأتزان مقاربة للواحد الصحيح لذا فيمكن اعتبار تراكيز النواتج و المتفاعلات متساوية تقريباً .

تمرين (2 – 9) من قيم ثابت الأتزان Keq للتفاعلات التالية تنبأ بحالة الأتزان لها ؟

1) $2H_2O \longleftrightarrow 2H_2 + O_2$ $\quad K_{eq} = 1.1 \times 10^{-81}$

2) $2CO + Cl_2 \longleftrightarrow 2COCl_2$ $\quad K_{eq} = 0.99$

3) $H_2 + Cl_2 \longleftrightarrow 2HCl$ $\quad K_{eq} = 4.4 \times 10^{32}$

1) التفاعل الأول نلاحظ أن قيمة Keq صغيرة جداً و هذا يدل أن النواتج قليلة جداً التفاعل لايحدث عملياً .

2) التفاعل الثاني نلاحظ أن قيمة Keq مقاربة للواحد الصحيح و هذا يدل أن كميات النواتج و المتفاعلات تكاد تكون متقاربة .

3) التفاعل الثالث نلاحظ أن قيمة Keq كبيرة جداً و هذا يدل على أن كمية النواتج كبيرة جداً . و أن ما تبقى من المتفاعلات (التي لم تتفاعل) قليلة جداً . لذا يعتبر التفاعل تاماً .

---

2) العلاقة بين ثابت الأتزان و طريقة كتابة المعادلة .

A))القاعدة الأولى :- اذا عكس اتجاه التفاعل تقلب Kc

$H_2 + Cl_2 \longleftrightarrow 2HCl \qquad K_c$

$2HCl \longleftrightarrow H_2 + Cl_2 \qquad \frac{1}{K_c}$

B))القاعدة الثانية :- اذا ضربت المعادلة في رقم معين فأن قيمة Kc ترفع لذلك الرقم .

$H_2 + Cl_2 \longleftrightarrow 2HCl \qquad K_c$

$1/2\ H_2 + 1/2\ Cl_2 \longleftrightarrow HCl \qquad (K_c)^{1/2} \quad \sqrt{K_c}$

C)) القاعدة الثالثة :- اذا كان التفاعل ناتج من مجموع عدد من المعادلات فأن ثابت الأتزان يساوي حاصل ضرب Kc لكل معادلة .

$C_s + 1/2O_{2\,(g)} \longleftrightarrow CO_{(g)}$ Kc_1

$CO_{(g)} + 1/2O_{2\,(g)} \longleftrightarrow CO_{2\,(g)}$ Kc_2

فأن ثابت الأتزان للتوازن $C_s + O_2 \longleftrightarrow CO_2$ يساوي حاصل ضرب $Kc_1 \times Kc_2$

لأن الاتزان ناتج من جميع الأتزانين السابقين .

$C_s + 1/2O_2 \longleftrightarrow CO$ $Kc_1 = \frac{[CO]}{[O_2]^{\frac{1}{2}}}$

$CO + 1/2O_2 \longleftrightarrow CO_2$ $Kc_2 = \frac{[CO_2]}{[CO][O_2]^{\frac{1}{2}}}$

$C_s + O_2 \longleftrightarrow CO_2$ $Kc_3 = Kc_1 \times Kc_2$

$Kc_3 = \frac{[CO]}{[O_2]^{\frac{1}{2}}} \times \frac{[CO_2]}{[CO][O_2]^{\frac{1}{2}}}$

$Kc_3 = \frac{[CO_2]}{[O_2]}$

مثال (2 – 11) اذا كان ثابت الأتزان عند $100\ C^{\circ}$ للتفاعل الأتي = 0.36

$N_2O_{4(g)} \longleftrightarrow 2NO_{2(g)}$ فما ثابت الأتزان للتفاعلات الاتية عند درجة الحرارة نفسها ؟

$2NO_2 \longleftrightarrow N_2O_4$
g. g.

$\frac{1}{2}N_2O_4 \longleftrightarrow NO_2$
g. g.

الحل //

$N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$ $Kc_1 = 0.36$

$2NO_2 \longleftrightarrow N_2O_4$ التفاعل الثاني مقلوب $\frac{1}{0.36}$ $= 2.8 =$ $Kc_2 = \frac{1}{KCl}$

$\frac{1}{2}N_2O_4 \longleftrightarrow NO_2$ التفاعل الثالث مضروب $\frac{1}{2}$ $Kc_3 = (KC_l)^{1/2} = \sqrt{KCl}$

$Kc_3 = \sqrt{0.36}$

$Kc_3 = 0.6$

تمرين (2 – 10) للتفاعل $2NO_2 \longleftrightarrow N_2O_4$

ثابت الأتزان $Kp = 0.39$ بدرجة حرارة $227\ C°$ فما قيمة Kc للتفاعل $N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$ بدرجة الحرارة نفسها ؟

الحل //

$$Kc = Kp\ (RT)^{-\Delta ng}$$

$T = 227 + 273$

$= 500\ k$

$\Delta ng = 1 - 2$

$\Delta ng = -1$

$$Kc = 0.39\ (0.082 \times 500)^{-(-1)}$$

$$Kc = 16$$

التفاعل الثاني هو معكوس التفاعل الأول لذا يقلب Kc

$$Kc = \frac{1}{Kc_1} = \frac{1}{16} = 0.0625$$

تمرين (2 – 11) للتفاعل الغازي $3H_2 + N_2 \longleftrightarrow 2NH_3$.

بدرجة حرارة معينة وجد أن خليط الأتزان يحتوي على $0.02\ M$ من NH_3 و $0.1\ M$ من N_2 و كذلك من H_2 ما ثابت الأتزان Kc للتفاعل $NH_3 \longleftrightarrow 3/2H_2 + 1/2N_2$

الحل //

$$3H_2 + N_2 \longleftrightarrow 2NH_3$$

اتزان 0.1   0.1   0.02

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\,[H_2]^3} = \frac{0.004}{0.001} = 4$$

التفاعل الثاني هو معكوس التفاعل الأول و مضروب × 1/2

$$Kc_2 = \sqrt{\frac{1}{Kc_1}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

تمرين (2 – 12)

وضع مول من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة التوازن فوجد ان المتكون من غاز البروم 0.2 mol حسب التفاعل الاتي $H_2 + Br_2 \longleftrightarrow 2HBr$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه واحد لتر والناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات (2 mol) لكل منها ؟

الحل //

الحجم = (1L)

∴ عدد المولات = التركيز المولاري

$$2HBr \longleftrightarrow H_2 + Br_2$$

	$2HBr$	H_2	Br_2
بداية	1	0	0
تغير في التركيز	-2X	+X	+X
اتزان	1-2X	0+X	0+X
	6.0	0.2	0.2

المتكون من البروم = X

= 0.2

∴ X = 0.2

وزاري 2013 دور ثاني

نجد [HBr] عند الاتزان

بتعويض قيمة X

$$1 - 2X = 1 - 2\,(0.2) = 0.6$$

$$Kc = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$$

$$Kc = \frac{0.2 \times 0.2}{(0.6)^2} = \frac{(0.2)^2}{(0.6)^2} = \frac{1}{9} = 0.11$$

التفاعل الثاني

$$H_2 + Br_2 \longleftrightarrow 2HBr$$

	H_2	Br_2	$2HBr$
بداية	2	2	0
تغير في التركيز	-X	-X	+2X
اتزان	2-X	2-X	0+2X
	(0.8)	(0.8)	(2.4)

ثابت الاتزان لهذا التفاعل
= مقلوب ثابت الاتزان
للتفاعل الاول

$$Kc = \frac{1}{Kc_1} = 9$$

$$Kc = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$$

$$9 = \frac{(2X)^2}{(2-X)^2} \Longrightarrow 3 = \frac{2X}{2-X} \Longrightarrow X = 1.2 \ M$$

تمرين (2 – 13) وجد ان ثابت الاتزان للضغوط الجزيئية بدرجة حرارة 2000 K لكل من التفاعلات الاتية :

$$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{1}{2}F_2 \longleftrightarrow BrF \qquad Kp = 150$$

$$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{3}{2}Fe \longleftrightarrow BrF_3 \qquad Kp = 2.5$$

احسب ثابت الاتزان Kc للتفاعل

$$BrF_3 \longleftrightarrow BrF + F_2$$

الحل //

معادلة (2) تقلب

$$BrF_3 \longleftrightarrow \frac{1}{2}Br_2 + \frac{3}{2}Fe \qquad Kp = \frac{1}{2.5}$$

$$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{1}{2}F_2 \longleftrightarrow BrF \qquad Kp = 150$$

$$BrF_3 \longleftrightarrow BrF + F_2 \qquad Kp = \frac{1}{2.5} \times 150$$

$$Kp = 60$$

$$Kc = Kp\,(RT)^{-\Delta ng}$$

$$Kc = 60\,(0.082 \times 2000)^{-1} \Longrightarrow Kc = 0.366$$

حاصل التفاعل ((Q)Reaction Quotient))

حاصل التفاعل ((Q)) :- هو قيمة افتراضية يمثل حاصل قسمة تراكيز النواتج على تراكيز المتفاعلات كل منها مرفوع الى اس يمثل عدد مولاتها في المعادلة الموزونة قبل الاتزان .

1) اذا كان $Kc > Q$ فالتفاعل يسير بالاتجاه الامامي .
2) اذا كان $Kc < Q$ فالتفاعل يسير بالاتجاه الخلفي .
3) اذا كان $Kc = Q$ فالتفاعل في حالة اتزان .

مثال (2 – 12) ثابت الاتزان لتفاعل عند درجة $500\ C^\circ$ هو (0.06) ادرس الحالات التالية وقدر اتجاه سير التفاعل علماً ان جميع التراكيز معبر عنها بوحدة mol / L والتفاعل

$$3H_2 + N_2 \longleftrightarrow 2NH_3$$

	$[H_2]$	$[N_2]$	$[NH_3]$
1)	0.002	0.00001	0.001
2)	0.354	0.000015	0.0002
3)	0.01	5.0	0.0001

الحل // نجد قيمة حاصل التفاعل Q لكل حالة ونقارن مع قيمة Kc لتحديد سير التفاعل .

$Kc = 0.06$

$$1)\ Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3(0.00001)}$$

$\therefore Q = 12.5 \times 10^5 > Kc = 0.06$ ∴ التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي .

$$2)\ Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0002)^2}{(0.354)^3(0.000015)}$$

$\therefore Q = 0.06 = Kc = 0.06$

∴ التفاعل في حالة اتزان (هذه التراكيز تمثل خليط التوازن)

$$3)\ Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.01)^3(5)}$$

$\therefore Q = 0.002 < Kc = 0.06$

∴ التفاعل يسير بالاتجاه الامامي .

تمرين (2 – 14) التفاعل الغازي $3H_2 + N_2 \longleftrightarrow 2NH_3$ ثابت الاتزان Kc له يساوي 9.0 (1) هل ان مزيج مكون من 2.0 mol من كل من الغازات NH_3 , H_2 , N_2 في وعاء مغلق حجمه 1.0 L يمثل حالة اتزان (2) لو افترضنا ان المزيج غير متزن ما حجم الاناء اللازم لجعله متزناً .

الحل //

وزاري 2015 دور أول

$Kc = 9.0$

$$3H_2 + N_2 \longleftrightarrow 2NH_3$$
$$2.0 \quad 2.0 \qquad 2.0$$

$$1)\ Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(2.0)^2}{(2.0)^3(2.0)} = 0.25$$

$Kc \neq Q$ التفاعل غير متزن

2) $Kc = Q = 9$ لجعل المزيج متزن

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]}$$

$$9 = \frac{(\frac{2.0}{V})^2}{(\frac{2.0}{V})^3(\frac{2.0}{V})} \Rightarrow 9 = \frac{\frac{4}{v^2}}{\frac{8}{v^3} x \frac{2}{v}}$$

$$\Rightarrow 9 = \frac{\frac{4}{v^2}}{\frac{16}{v^4}} \Rightarrow 9 = \frac{v^2}{4}$$

$$\Rightarrow V = 6 \text{ L}$$

الحجم اللازم لجعل التفاعل متوازن .

تمرين (2 – 15) في اناء حجمه 2L سخن 1.4 mol من مزيج من الغازات HBr , H_2 , Br_2 الى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل حالة الاتزان فأذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H_2 , Br_2 بدلالة الضغوط الجزيئية $Kp = 0.25$ فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية في الاناء عند الاتزان ؟

الحل //

$$M = \frac{n}{V} = \frac{1.4}{2} = 0.7$$

$$M = [HBr] = [Br_2] = [H_2]$$

وزاري 2013 خارج العراق

$$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Br_2 \longleftrightarrow HBr$$

لايجاد Kc للتفاعل تكوين مول واحد

$Kc = Kp (RT)^{-\Delta ng}$

$Kc = 0.25 (0.082 \times T)^{-\Delta ng}$

$\Delta ng = 1 - 1$

$\Delta ng = 0$

$\therefore Kc = Kp = 0.25$

التفاعل المطلوب

$$H_2 + Br_2 \longleftrightarrow 2HBr$$

$Kc_2 = (Kc_1)^2 = (0.25)^2 = 0.0625$

	H_2	$+ Br_2$	$\longleftrightarrow 2HBr$
بداية	0.7	0.7	0.7
تغير التركيز	+X	+X	-2X
	0.7+X	0.7+X	0.7-2X
	0.933	0.933	0.234

$$Q = \frac{(0.7)^2}{(0.7)^2}$$

$Q = 1$

$Q > Kc$

$\therefore$ التفاعل عكسي

$$Kc = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br]}$$

$$0.0625 = \frac{(0.7-2X)^2}{(0.7+X)^2}$$

بالجذر

$$0.25 = \frac{0.7-2X}{0.7+X}$$

$0.7 - 2X = 0.175 + 0.25 X$

$0.7 - 0.175 = 0.25X + 2X$

$0.525 = 2.25 X$ $x = 0.233$ mol

$[HBr] = 0.7 - 0.466 = 0.234$ M

$[H_2] = [Br_2] = 0.7 + 0.233$

$= 0.933$ M

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG
وقيمة حاصل التفاعل Q

$$aA + bB \longleftrightarrow gG + hH$$

للتفاعل الاتي يمكن الربط
بين ΔG , ΔG° بالعلاقة التالية

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT\, L_n \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b}$$

و ∴ حاصل قسمة التراكيز يمثل Q
∴ العلاقة تصبح

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT\, LnQ$$

حيث : ΔG = الطاقة الحرة بـ (J) .
ΔG° = الطاقة الحرة القياسية
R = ثابت الغازات 8.3 j / mol
T = درجة الحرارة (K)
Q = حاصل التفاعل

عند الوصول الى حالة الاتزان تكون قيمة $\Delta G = 0$
تصبح العلاقة $\Delta G^\circ = - RT\, LnKeq$

ملاحظة // كلما زادت قيمة ثابت الاتزان كانت قيمة ΔG° سالبة اي ان التفاعل يصبح تلقائياً .

مثال (2 – 13) اذا علمت ان ΔG° للتفاعل التالي

$$\underset{L.}{CCl_4} + \underset{g.}{H_2} \longleftrightarrow \underset{g.}{HCl} + \underset{L.}{HCl_3}$$

تساوي ($- 104$ KJ / mol) عند درجة $25\ C^\circ$ وضغط (1 atm) احسب ثابت الاتزان Keq عند درجة $25\ C^\circ$ وضغط (1 atm) ؟

الحل //

$T = 25 + 273 = 298\ K$
$R = 8.3\ \ J / mol$
$\Delta G^\circ = - 104\ KJ / mol$
نحول الوحدات
$\Delta G^\circ = - 104 \times 1000$
$\Delta G^\circ = - 104000\ J / mol$
$\Delta G^\circ = - RT\ Ln\ Keq$
$104000 = - 8.3 \times 298\ Ln\ Keq$
$Keq = 1.7 \times 10^{18}$

∴ التفاعل تلقائي لان قيمة Keq كبيرة جداً .

تمرين (16 – 2) احسب ثابت الاتزان Kp للتفاعل التالي عند درجة حرارة 25 C° وضغط 1atm اذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية للتكوين

$$2H_2O_{(l)} \longleftrightarrow 1H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

للماء ΔG°_f = -237 KJ / mol وبين هل يحدث هذا التفاعل تلقائياً في درجة حرارة 25 C° ؟

الحل //

$$\Delta G^\circ_r = - \sum \Delta G^\circ_f (p) - \sum \Delta G^\circ_f (R)$$

$$\Delta G^\circ_r = (0 + 0) - (2 \times 237)$$

$$\Delta G^\circ_r = + 474 \text{ KJ / mol}$$

$$\Delta G^\circ_r = RT \ln Kp$$

$$+ 474 \times 1000 = - (8.314 \times 298) \ln Kp \Longrightarrow \text{InKeq} = -191.3$$

$$\therefore Kp = 1.2 \times 10^{-84}$$

التفاعل غير تلقائي

Le Chatelier's Principle قاعدة – لوشاتليه

نص القاعدة ((اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فأن هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .))

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان :-

1) التغير في التركيز .
2) التغير في الضغط او حجم الاناء .
3) التغير في درجة الحرارة .

اولاً :- التغير في التركيز

1) الاضافة // الاضافة توجه التفاعل بأتجاه عكس الاضافة للتخلص من الزيادة الحاصلة والعودة للاتزان

مثال // اضافة كمية من A $A \longleftrightarrow B$

نوجه التفاعل بالاتجاه نحو النواتج

اضافة كمية من B

نوجه التفاعل بالاتجاه نحو المتفاعل

2) السحب // سحب كمية من النواتج او المتفاعلات يوجه التفاعل باتجاه السحب لتعويض النقص الحاصل بالتركيز والعودة للاتزان

مثال // سحب كمية من C $C \longleftrightarrow D$

يوجه التفاعل بالاتجاه نحو المتفاعلات

سحب كمية من D

يوجه التفاعل بالاتجاه نحو النواتج

مثال // في تفاعل هابر (طريقة تحضير الأمونيا) بين تأثير ما يأتي :- $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longleftrightarrow 2NH_{3(g)}$

1) اضافة كمية من المتفاعلات (H_2 , N_2) .

يتجه التفاعل (نحو تكوين NH_3) للتخلص من الزيادة الحاصلة في المتفاعلات و العودة للأتزان . (حسب لو – شاتليه) .

2) اضافة كمية من النواتج (NH_3)

يتجه التفاعل (نحو المتفاعلات) للتخلص من تركيز الأمونيا الزائد و العودة للأتزان حسب لو – شاتليه .

3) سحب كمية من المتفاعلات (N_2 , H_2)

يتوجه التفاعل نحو المتفاعلات لتعويض النقص الحاصل في تراكيز المتفاعلات والعودة للأتزان .

4) سحب كمية من النواتج (NH_3)

يتجه التفاعل نحو النواتج لتعويض النقص الحاصل في الامونيا والعودة الى حالة التوازن .

ثانياً :- التغير في الضغط او حجم الاناء

1) ان زيادة الضغط توجه التفاعل نحو الحجوم الاقل (المولات الاقل في المعادلة الموزونة)

2) ان تقليص حجم اناء التفاعل يعتبر (زيادة في الضغط) ويوجه التفاعل نحو الحجوم الاقل (المولات الاقل)

3) ان تقليل الضغط يوجه التفاعل نحو الحجوم الاكبر (المولات الاكبر في المعادلة الموزونة)

4) ان زيادة حجم الاناء تعتبر (تقليلاً في الضغط) وتوجه التفاعل نحو الحجوم الاكبر (المولات الاكبر) .

ملاحظة // اذا تساوت الحجوم في المعادلة ($\Delta ng = 0$) فالتفاعل متوازن ولاتأثير للضغط .

اذا كانت (Δng) تساوي (-1) فأن ذلك يعني ان حجم النواتج اقل (مولات النواتج اقل)

اذا كانت (Δng) تساوي (+1) فأن ذلك يعني ان حجم المتفاعلات اقل (مولات المتفاعلات اقل)

مثال // التفاعل الاتي بين تأثير زيادة الضغط على حالة الاتزان $2SO_2 + O_2 \longleftrightarrow 2SO_3$

g   g   g.

32   22

الحل // زيادة الضغط ترجح التفاعل نحو الحجوم الاقل (المولات الاقل) اي نحو النواتج .

مثال // بين تأثير تقليل الضغط (زيادة حجم الاناء) على التفاعل الاتي :- $2NO + O_2 \longleftrightarrow 2NO_2$

g.   g.   g.

23   22

الحل // تقليل الضغط او زيادة حجم الاناء يرجح التفاعل نحو الحجوم الاكبر (المولات الاكبر) نحو النواتج .

مثال // التفاعل الاتي وضح تأثير زيادة الضغط على حالة الاتزان

$C + O_2 \longleftrightarrow CO_2$

s.   g.   g.

$\Delta ng = 0$ (مولات المادة الصلبة غير محسوبة)

∴ لا تأثير على زيادة الضغط على حالة الاتزان لتساوي الحجوم

مثال // تفاعل متزن Δng له تساوي (-1) بين تأثير تقليص حجم الاناء على حالة الاتزان ؟

∴ Δng = -1 اذن مولات النواتج اقل

∴ تقليص حجم الاناء (زيادة) الضغط يرجح التفاعل نحو الحجوم الاقل اي ان التوازن يزاح بالاتجاه الامامي نحو النواتج ذات الحجوم الاقل .

ثالثاً :- تغير درجة الحرارة

ΔH = + التفاعل ماص للحرارة

(تكتب الطاقة في طرف المتفاعلات)

ΔH = - التفاعل باعث للحرارة

(تكتب الطاقة في طرف النواتج)

1) عند رفع درجة الحرارة (التسخين) تزداد سرعة التفاعل الماص للحرارة (لامتصاص الحرارة الزائدة في التفاعل والعودة الى حالة الاتزان من جديد)

2) عند خفض درجة الحرارة (التبريد) تزداد سرعة التفاعل الباعث للحرارة (لتعويض النقص الحاصل في حرارة التفاعل والعودة للاتزان من جديد)

مثال // التفاعل التالي $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \longleftrightarrow CaCO_{3(s)}$ + طاقة **بين تأثير ما يأتي على الاتزان**

1) زيادة درجة الحرارة

2) تبريد التفاعل

الحل // ∴ الطاقة مكتوبة في طرف المتفاعلات

∴ التفاعل ماص للحرارة

$$CaCO_{3(s)} + \text{طاقة} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

1) زيادة درجة الحرارة :- ترجح التفاعل نحو النواتج بالاتجاه الماص للحرارة للتخلص من الزيادة في درجة الحرارة

2) تبريد التفاعل :- يترجح التفاعل نحو المتفاعلات بالاتجاه الباعث للحرارة للتعويض النقص الحاصل في درجة الحرارة .

مثال // بين تأثير التبريد على حالة التوازن للتفاعل التالي

$$2CO + O_2 \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\longleftrightarrow}} 2CO_2 + \text{طاقة}$$

الطاقة مكوتبة في طرف النواتج

∴ التفاعل باعث للحرارة

ان تبريد التفاعل يرجح التفاعل نحو النواتج بالاتجاه الباعث للحرارة لتعويض نقص الحرارة .

تأثير اضافة العامل المساعد

لايؤثر العامل المساعد على حالة الاتزان ولا على قيمة Keq لانه يزيد من سرعة التفاعل الامامي والخلفي في نفس الوقت ويغير من طاقة التنشيط والمسلك لذا فأن الزمن اللازم للوصول الى حالة توازن يكون اقل بوجود العامل المساعد .

العوامل المؤثرة في قيمة ثابت الاتزان

ان قيمة ثابت التوازن Keq لا تتأثر او تتغير الا بتغير درجة الحرارة .
اي ان عوامل التركيز والضغط والعامل المساعد ليس لها اي تأثير على قيمة ثابت التوازن .
وان درجة الحرارة تؤثر على قيمة ثابت التوازن على النحو الاتي :-

1) اذا ترجح التفاعل نحو النواتج سواء بالتسخين او التبريد فأن تركيز النواتج يزداد وبالتالي تزداد قيمة Keq
2) اذا ترجح التفاعل نحو التفاعلات سواء بالتسخين او التبريد فأن تركيز النواتج يقل وبالتالي تقل قيمة Keq

حيث ان قيمة Keq تتناسب طردياً مع تراكيز النواتج لان $Keq = \frac{[P]}{[R]}$

مثال (2 – 14) التفاعل المتزن $2HgO_{(s)} \rightleftharpoons 2Hg_{(L)} + O_{2(g)}$, ΔH للتفاعل تساوي -181 KJ
عند درجة حرارة (298 K) و Kp للتفاعل تساوي 3.2×10^{20} بين هل قيمة Kp عند (500K) اكبر ام اقل من قيمتها عند (298 K) للتفاعل نفسه ؟

2013
دور ثالث

الحل // ΔH = -181 KJ ∴ التفاعل باعث للحرارة
عند زيادة درجة الحرارة المؤثرة على التفاعل فأنه يتجه نحو اليسار بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض في درجة الحرارة عن طريق امتصاصه في التفاعل الماص لذا ستقل تراكيز النواتج عند الاتزان وتزداد تراكيز المتفاعلات لذا فأن Kp لهذا التفاعل ستقل بدرجة (500 K) .

تمرين (2 – 17) التفاعل المتزن $Br_{2(g)} + 5F_{2(g)} \rightleftharpoons 2BrF_{5(g)}$ ΔH له = 858 KJ عند درجة 1000 K و Kp للتفاعل = 7.4×10^{-18} بين هل قيمة Kp عند (1500 K) للتفاعل اكبر ام اقل من قيمتها عند (1000 K) للتفاعل نفسه ؟

الحل // ΔH = 858 KJ ∴ التفاعل ماص للحرارة
عند رفع درجة الحرارة من 1000 K الى 1500 K فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي الماص للحرارة للتخلص من الزيادة في درجة الحرارة والعودة للتوازن حسب قاعدة لو – شاتلية ، والاتجاه الامامي يؤدي الى زيادة تراكيز النواتج بالتالي تزداد قيمة Kp لانه يتناسب تناسب طردي مع النواتج .

مثال (2 – 15) ما تأثير كل من العوامل التالية على حالات الأتزان و ثابت الأتزان للتفاعل المتزن الأتي $\Delta H = 38.5 \ Kj/mol$

$$N_2F_{4(g)} \longleftrightarrow 2NF_{2(g)}$$

1) تسخين خليط الأتزان في وعاء مغلق .
2) سحب N_2F_4 من خليط الأتزان عند ثبوت الحرارة و الحجم .
3) خفض الضغط على الخليط المتزن عند درجة حرارة ثابتة .
4) اضافة عامل مساعد الى خليط الأتزان .

الحل // التفاعل ماص للحرارة

$$N_2F_4 \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} 2NF_2$$

1) التسخين ينشط التفاعل الماص للحرارة بأتجاه النواتج للتخلص من الزيادة في درجة الحرارة لذا ستزداد النواتج و بالتالي تزداد قيمة ثابت التوازن لأنه يتناسب طردياً مع تراكيز النواتج .
2) سحب كمية من N_2F_4 يتجه التفاعل بأتجاه المتفاعلات (بأتجاه السحب) لتعويض النقص الحاصل في تركيز N_2F_4 و ثابت الأتزان لا يتأثر .
3) خفض الضغط يرجح التفاعل نحو النواتج نحو الحجوم الأكبر (المولات الأكبر) و ثابت الأتزان لا يتأثر .
4) لا يؤثر على حالة الأتزان و لا على قيمة Keq لأنه ينشط R_1 و R_2 في نفس الوقت .

تمرين (2 – 18)التفاعل الغازي المتزن

$$3O_2 \longleftrightarrow 2O_3$$

$\Delta H = 428 \ kj/mol$ ما تأثير كل من العوامل الأتية على حالة التوازن و ثابت التوازن

وزاري

2014
دور اول

1) زيادة الضغط بأنقاص حجم الأناء ؟
2) اضافة مزيد من O_2 الى النظام ؟
3) خفض درجة الحرارة ؟
4) اضافة عامل مساعد ؟

الحل // $\Delta H = +428$ التفاعل ماص للحرارة

$$3O_2 \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} 2O_3$$

1) زيادة الضغط بتقليل الحجم يوجه التفاعل بأتجاه النواتج نحو الحجوم الأقل (المولات الأقل) و قيمة ثابت الأتزان لا تتأثر .
2) اضافة كمية من O_2 يوجه التفاعل بأتجاه النواتج للتخلص من الزيادة في كمية O_2 و العودة بالنظام الى حالة اتزان و ثابت الأتزان لا يتأثر .
3) عند خفض درجة الحرارة يترجح بأتجاه المتفاعلات الباعث للحرارة لتعويض النقص في درجة الحرارة و تركيز النواتج يقل لذا فأن قيمة ثابت الأتزان تقل ايضاً لأنها تتناسب تناسب طردي مع النواتج .
4) اضافة عامل مساعد لا يؤثر على حالة الأتزان و لا على قيمة ثابت الأتزان و لكنه يزيد من سرعة التفاعل .

تمرين (2 – 19) يصل مزيج الغازات C_2H_4 , H_2 , C_2H_6 الموضوعة في وعاء مغلق عند $25C^\circ$ الى حالة الأتزان كما في التفاعل الأتي :-

$$C_2H_4 + H_2 \longleftrightarrow C_2H_6 + 137 \ kj/mol$$

صف عدد من الاجراءات التي تؤدي لرفع كمية C_2H_6 الناتجة من التفاعل ؟

الحل // التفاعل باعث للحرارة

$$C_2H_4 + H_2 \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} C_2H_6$$

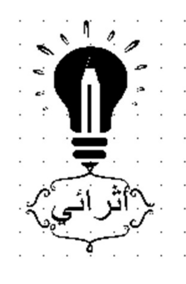
1) اضافة كمية من المتفاعلات .
2) سحب كمية من الناتج .
3) تبريد التفاعل .
4) زيادة الضغط .

بعض الأسئلة الاثرائية

س 1 // اذا علمت ان ($K_p = 98.4$) للتفاعل $2B \longleftrightarrow A$ عند $27\ C^\circ$ احسب K_c للتفاعل $1/2A \longleftrightarrow B$

الحل //

$T = 27 + 273 = 300\ K$



$K_c = K_p\,(RT)^{-\Delta ng}$

$= 98.4\,(0.082 * 300)^{-1}$

$= \frac{98.4}{24.6} \quad = 4$

التفاعل مقلوب ومضروب * 1/2

$1/2\ A \longleftrightarrow B$

$K_c = \frac{1}{(4)^{\frac{1}{2}}} \quad = 1/2 = 0.5$

س 2 //اثرائي التفاعل الغازي $2NH_3 \longleftrightarrow N_2 + 3H_2$ وضع (4 mol) من N_2 مع مولات مختلفة من H_2 , NH_3 تساوي (3 mol) و $K_c = \frac{1}{9}$ احسب مولات H_2 , NH_3 الابتدائية .

الحل //

$N_2 + 3H_2 \longleftrightarrow 2NH_3$

N_2	$3H_2$	$2NH_3$
4	A	B
- X	-3X	+2X
4 – X	A-3X	B + 2X
3	3	3

V = 1 L
n = M

→

لمعرفة اتجاه التفاعل نحسب تركيز N_2 عند الاتزان

$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

$\frac{1}{9} = \frac{[3]^2}{[N_2][3]^3}$

$3\,[N_2] = 9$

$[N_2] = 3\ M$

بما انه تركيز N_2 قد قل لذلك التفاعل امامي

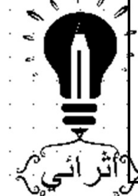
$4 - X = 3$

$X = 1\ M$

$A - 3X = 3$

$A - 3(1) = 3$

$A = 6\ M = [H_2]$



$B + 2X = 3$

$B + 2(1) = 3$

$B = 1\ M = [NH_3]$

س 3 // وضع (2 mol) من كل من H_2 , Cl_2 في اناء حجمه لتر فكان حاصل التفاعل 0.25 وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان مولات HCl تساوي (3mol) احسب Kp $H_2 + Cl_2 \longleftrightarrow 2HCl$

الحل //

بما انه اعطى حاصل تفاعل لذلك تركيز الناتج لا يساوي صفر

$$Q = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]}$$

$$0.25 = \frac{A^2}{2^2} \qquad \sqrt[2]{\ }$$

$$0.5 = \frac{A}{2}$$

A = 1 M

بما ان مولات HCl زادت من 1M الى 3M لذلك التفاعل امامي

نجد قيمة X

1 + 2X = 3

2X = 2

X = 1M

H_2	+ Cl_2	$\longleftrightarrow$	2HCl
2	2		A
2	2		1
- X	-X		+2X
2 – X	2 – X		1 + 2X
1	1		3

V = 1 L
n = M

$$Kc = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]} = \frac{[3]^2}{[1]^2} = 9$$

$Kc = Kp (RT)^{-\Delta ng}$

$\Delta ng = 0$

Kc = Kp = 9

س 4 // التفاعل الغازي $2CO_2 \longleftrightarrow 2CO + O_2$ وضع (1mol) من كل من CO , O_2 و (2 mol) من CO_2 فكان حاصل التفاعل يساوي 8 وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان مولات CO تساوي (2 mol) احسب Kc

لم يعطي في السؤال حجم الأناء لذلك يجب ان يحسب من خاصل التفاعل

$$Q = \frac{[CO_2]^2}{[CO][O_2]}$$

$$8 = \frac{(\frac{2}{v})^2}{(\frac{1}{v})^3} = \frac{\frac{4}{v^2}}{\frac{1}{v^3}}$$

$$8 = \frac{4}{v^2} * V^3$$

$$V = \frac{8}{4} = 2L$$

$$[CO] = \frac{n}{v} = \frac{2}{2} = 1M$$

بما ان تركيز CO قد زاد لذلك التفاعل عكسي

نحسب قيمة X

0.5 + 2X = 1

2X = 0.5

X = 0.25 M

	2CO	+ O_2	$\longleftrightarrow$	$2CO_2$
	$\frac{1}{v}$	$\frac{1}{v}$		$\frac{2}{v}$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		$\frac{2}{2}$
ابتدائية	0.5	0.5	$\longleftarrow$	1
تغير	+2X	+X		-2X
اتزان	0.5 + 2X	0.5 +X		1 – 2X
	1	0.5 + 0.25		1 – 0.5
Kc	1	0.75		0.5

$$Kc = \frac{[CO_2]^2}{[CO][O_2]} = \frac{[0.5]^2}{[1][0.75]} = \frac{0.25}{0.75}$$

$$Kc = \frac{1}{3}$$

س 5 // التفاعل الافتراضي الغازي الباعث للحرارة $C \longleftrightarrow 2B$ Kc له يساوي 5
هل ترتفع ام تنخفض حرارة الاناء بعد مزج 4 mol من النواتج و المتفاعلات في اناء حجمه (2L)

الحل //

$M = \frac{n}{v} = \frac{4}{2} = 2\ M$



باعث

$2B \longleftrightarrow C$

ماص

$Q = \frac{[C]}{[B]^2} = \frac{2}{4} = 0.5$

بما انه Kc > Q
يترجح التفاعل الامامي
و الامامي باعث للحرارة لذلك ترتفع درجة الحرارة

س 6// التفاعل الغازي الباعث للحرارة $2AB \longleftrightarrow A_2 + B_2$ خلط (0.8 mol) من AB مع (0.2 mol) من كل من A_2 , B_2 في اناء حجمه لتر ولحين استتباب حالة الاتزان انخفضت حرارة الاناء وتغيرت مولات AB بمقدار (0.2 mol) احسب Kc

الحل //

بما ان انخفضت حرارة الاناء يعني ترجيح الماص (الخلفي)
2X = 0.2
X = 0.1 M

ماص

$A_2 + B_2 \longleftrightarrow 2AB$

باعث

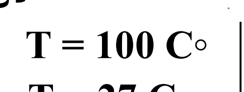
	A_2	B_2		$2AB$
ابتدائية	0.2	0.2	⟵	0.8
تغيير	+X	+X		-2X
	0.2 + X	0.2 + X		0.8 – 2X
	0.2+0.1	0.2+0.1		0.8-0.2
Kc	0.3	0.3		0.6

$Kc = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]} = \frac{(0.6)^2}{(0.3)^2} = \frac{0.36}{0.09} = 4$



س 7 // التفاعل التالي $H_2 + I_2 \longleftrightarrow 2HI$ خليط الاتزان عند 100 C° هو [I_2] و [H_2] يساوي (0.4 M) و [HI] يساوي (0.2 M) وبعد تبريد التفاعل الى 27 C° وجد ان Kp يساوي 16 , هل ان التفاعل ماص ام باعث للحرارة ؟

الحل //



$Kc = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} = \frac{(0.4)^2}{(0.2)^2} = \frac{0.16}{0.04} = 4$

$Kc = Kp = 16$ لأن $\Delta ng = 0$

خفض درجة الحرارة ↓ T = 100 C° , T = 27 C°
يترجح الباعث
زاد التفاعل الامامي ↓ Kc = 4 , Kc = 16

اذن التفاعل الامامي باعث للحرارة

س 8 // التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \longleftrightarrow 3C$ وضع في اناء حجمه لتر (4 mol) من A و (8 mol) من C مع كمية من B وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الاناء يحتوي على (4 mol) من B احسب Kc علماً ان حاصل التفاعل يساوي 16

الحل //

نحسب مولات B الابتدائية من حاصل التفاعل

$$Q = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]}$$

$$16 = \frac{[8]^3}{[4]^2[B]}$$

$$512 = 256\,[B]$$

$$[B] = \frac{512}{256} = 2M$$

بما ان مولات B عند الاتزان تساوي 4 يعني زاد لذلك التفاعل عكسي

نجد قيمة X

$$2 + X = 4$$

$$X = 2\ M$$

	2A	+ B	⟷ 3C
	4	y	8
	4	2	8
	+2X	+X	-3X
	4+2X	2+X	8-3X
	4 + 4	4	8 – 6
Kc	8	4	2

$$Kc = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} = \frac{[2]^3}{[8]^2[4]} = \frac{8}{(8^2)(4)}$$

$$Kc = \frac{1}{32}$$



س 9 // اذا علمت ان $Kp = 24.6$ للتفاعل $NOBr \longleftrightarrow NO + 1/2Br_2$ عند $27\ C^\circ$ احسب Kc للتفاعل $2NOBr \longleftrightarrow 2NO + Br_2$ (ج / 100)





س 10 // التفاعل المتزن الأتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longleftrightarrow 2SO_{3(g)}$ وجد ان Kc له عند $50\ C^\circ$ يساوي 16 وبعد تبريد التفاعل الى $27\ C^\circ$ اصبح Kp يساوي 49.2 هل ان التفاعل ماص ام باعث للحرارة (ج / ماص للحرارة)



المفاهيم الأساسية

الاتزان الكيميائي Chemical Equilibrium : حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية فتكون تراكيز المواد الناتجة و المتفاعلة عندها ثابتة دون تغير , مالم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل , لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف

التفاعلات غير الانعكاسية Irreversible Reaction : التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها عند ظروف معينة من استهلاك تام لأحد او جميع المواد المتفاعلة , و لا يكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها .

التفاعلات الانعكاسية Reversible Reactions : التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها تحويل المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل , ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة أخرى .

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة Reversible Homegenous Reactions :
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة و الناتجة جميعها في طور واحد .

التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة Reversible Heterogenous Reactions :
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة و الناتجة في اكثر من طور واحد .

قانون فعل الكتلة Law Of Mass Action : عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة .

ثابت الاتزان K_C Equilibrium Constant : حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كلاً منها مرفوع لأس عدد مولاتها في معادلة التفاعل موزونة .

ثابت الاتزان K_P Equilibrium Constant : حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كلاً منها مرفوع لأس عدد مولاتها في معادلة التفاعل موزونة .

حاصل التفاعل Reaction Quetiont : قيمة افتراضية لثابت الاتزان تحسب في لحظة ما خلال التفاعل للتنبؤ بوصوله الى حالة الاتزان ويعبر عن حاصل التفاعل بنفس العلاقة المستعملة للتعبير عن ثابت الاتزان ولكن حاصل التفاعل لاتكون التراكيز المستخدمة بالضرورة هي قيم التراكيز عند حالة الاتزان .

قاعدة لو شاتلية Le Chatelier's Principle : اذا اثر مؤثر حارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة الاتزان فأن هذا التفاعل يتجه بأتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

حل أسئلة الفصل الثاني

س1 // أملأ الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها ؟

1) في التفاعل المتزن الأتي $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92\ kj$ (باعث ⟶ ، ⟵ ماص)
فأن خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تراكيز المواد **الناتجة** .

2) اذا كانت قيمة ثابت الأتزان Kc لنظام متزن عند $500\ C^{\circ}$ تساوي 2×10^{-15} و قيمته عند $200\ C^{\circ}$ تساوي 4×10^{-12} فأن ذلك يدل على أن التفاعل **باعث** للحرارة .

3) في التفاعل الأتي $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH + 91\ kj$ عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فأن حرارة التفاعل **تزداد** .

4) في التفاعلات الأنعاكسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الأتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند **رفع** درجة الحرارة .

5) في التفاعل المتزن $CO_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ فأن **تقليل** الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2 .

6) في التفاعل المتزن $N_2 + O_2 + 180\ kj \rightleftharpoons 2NO$ فأن رفع درجة الحرارة لأثناء التفاعل يعمل على **زيادة** قيمة *Kc* للتفاعل .

7) التغير بـ **الضغط** لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الأتي $N_2 + O_2 + 18\ kj \rightleftharpoons 2NO$

8) للتفاعل المتزن $Cl_2 + H_2 \rightleftharpoons 2HCl +$ طاقة يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند **خفض** درجة الحرارة .

9) في التفاعل المتزن الأتي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ و بدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة Kp للتفاعل = 3 و الضغط الجزئي لغاز NO_2 يساوي 3 فأن الضغط الجزئي لغاز N_2O_4 يساوي **3**

$$Kp = \frac{P_{NO_2}{}^2}{P_{N_2O_4}} \Longrightarrow 3 = \frac{(3)^2}{X} \Longrightarrow x = 3\ atm$$

10) في التفاعل المتزن الأتي $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \longleftrightarrow 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(L)}$
بدرجة حرارة معينة وجد أن Kc للتفاعل = 1×10^{28} فهذا يدل على أن موضع الأتزان يقع في اتجاه تكوين **المواد الناتجة**

11) عندما تكون Kp اصغر من Kc فأن مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة **أكبر** من مجموع عدد مولات المواد الناتجة .

12) اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل اصغر من ثابت الأتزان Kc للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو المواد **الناتجة** .

13) عند رفع الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتكونة اصغر من عدد مولات الغازات المتفاعلة فأن موضع الأتزان ينحرف بأتجاه **المواد الناتجة** .

14) العلاقة بين ثابت الأتزان Kc و تراكيز النواتج علاقة **طردية** .

15) عند خفض الضغط في خليط متزن ($\Delta ng = -1$) فالتفاعل ينزاح نحو **المتفاعلات** و ثابت الأتزان Kc **لا يتأثر** .

16) تفاعل متزن ثابت اتزانه $Kc = 4$ فعند سحب النواتج من خليط الأتزان فأن ثابت الأتزان **لا يتأثر**.

17) عندما Δng = **0** لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الأتزان .

18) يترجح التفاعل **الخلفي** لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل .

19) في التفاعلات الماصة للحرارة و التي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند **رفع** درجة الحرارة .

20) في تفاعل متزن وجد أن $Kc = \frac{Kp}{RT}$ مما يدل على أن مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل **أكبر** من مجموع مولات المواد الغازية المتفاعلة .

س 2 // اختر الجواب الصحيح :-

1) ثابت الأتزان للتفاعل المتزن $2SO_3 \longleftrightarrow 2SO_2 + O_2$ عند درجة حرارة $727\ C^\circ$ تبلغ 4.17×10^{-2} فأن اتجاه التفاعل عند خلط (0.4 M) من SO_3 و (0.1 M) من O_2 و (0.02 M) من SO_2 تكون :

أ- بأتجاه المواد المتفاعلة . (√)
ب- بأتجاه المواد الناتجة .
ج- التفاعل في حالة اتزان ديناميكي .
د- كل الأجابات السابقة خاطئة .

2) التفاعل المتزن $CO_{2(g)} + CaO_{(s)} \longleftrightarrow CaCO_{3(s)}$ يتم في وعاء مغلق فأن كمية $CaCO_3$ تزداد عندما :-

أ- تزال كمية من غاز CO_2 من التفاعل عند الأتزان .
ب- يزداد الضغط الكلي . (√)
ج- تضاف كمية من CaO الى خليط الأتزان .
د- كل الأجابات السابقة خاطئة .

3) التفاعل المتزن $2IF_{(g)} \longleftrightarrow I_{2(g)} + F_{2(g)}$ ثابت الأتزان Kc يساوي 1×10^6 بدرجة حرارة 200 K فأذا كان الضغط الجزئي عند الأتزان (0.2 atm) *لغاز* IF و (4×10^{-3} atm) لغاز F_2 فأن الضغط الجزئي لغاز I_2 يساوي :-

أ- 5×10^4 atm .
ب- 1×10^{-5} atm . (√) حل
ج- 1×10^5 atm .
د- كل الأجابات السابقة خاطئة .

4) اذا كانت قيمة Kc للتفاعل $LiI_{(g)} \longleftrightarrow Li_{(g)} + \frac{1}{2} I_{2(g)}$ عند درجة 300 K تساوي (640.3)
فأن قيمة Kc للتفاعل $2Li_{(g)} + I_{2(g)} \longleftrightarrow 2LiI_{(g)}$ عند درجة الحرارة نفسها تساوي :

أ- 25.3
ب- 41×10^4
ج- 15.6×10^5
د- كل الاجابات السابقة خاطئة (√) حل

5) عند مزج محلول K_2CrO_4 مع محلول HCl فأنه يصل الى حالة الاتزان حسب المعادلة الايونية الاتية :

$$\underset{aq}{2CrO_4^{-2}} + \underset{aq}{2H^+} \longleftrightarrow \underset{aq}{Cr_2O_7^{-2}} + \underset{L.}{H_2O}$$

اصفر　　　برتقالي

فأذا اردنا ان نجعل اللون البرتقالي هو السائد في الاناء فأننا :-

أ- نضيف مزيد من الماء .
ب- نضيف مزيد من HCl . (√) حل
ج- نضيف مزيد من $K_2\,Cr_2\,O_7$.
د- كل الاجابات السابقة خاطئة .

6) *عند اضافة محلول NaOH الى المزيج في السؤال السابق فأننا نتوقع ان يحدث*

أ- زيادة بتركيز $Cr_2O_7^{-2}$.
ب- زيادة بتركيز HCl .
ج- نقص بتركيز $Cr_2O_7^{-2}$. (√) حل
د- كل الاجابات السابقة خاطئة .

7) للتفاعل المتزن $2NH_3 \longleftrightarrow N_2 + 3H_2$ قيمة Kp للتفاعل عند درجة $25\ C^\circ$ تساوي 5.5×10^{-5} لذا فأن قيمة Kc للتفاعل تساوي :

أ- 22513.3 .
ب- 9×10^4 .
ج- 0.03 . (√)
د- كل الاجابات السابقة خاطئة .

8) للتفاعل $\underset{g.}{2Br} \underset{Kb}{\overset{Kf}{\longleftrightarrow}} \underset{g.}{Br_2}$ قيمة Kp عند الاتزان 2558.4 بدرجة حرارة 4000 K وقيمة Kf للتفاعل تساوي 1.56 فأن قيمة Kb تساوي :

أ- 0.2 .
ب- 20 .
ج- 7.8 .
د- كل الاجابات السابقة خاطئة . (√)

9) التفاعل المتزن $\underset{g.}{2HI} \rightleftharpoons \underset{g.}{H_2} + \underset{g.}{I_2}$ ثابت الاتزان $Kp = 2$ فأن التفاعل يتجه نحو النواتج عندما تكون التراكيز للمواد الناتجة والمتفاعلة بوحدات mol / L هي :

أ- تركيز $HI = 0.1$ ، تركيز $I_2 = 0.05$ ، تركيز $H_2 = 0.05$
ب- تركيز $HI = 0.4$ ، تركيز $I_2 = 0.1$ ، تركيز $H_2 = 0.2$
ج- تركيز $HI = 0.001$ ، تركيز $I_2 = 0.0002$ ، تركيز $H_2 = 0.0025$
د- كل الاجابات السابقة خاطئة . (√)

س 3 // علل ما يأتي :-

1) زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي فيه Δng Reat > Δng Pr يؤدي الى خفض المنتوج .

ج// ∴ مولات النواتج اقل من مولات المتفاعلات $2A \longleftrightarrow B$

∴ التفاعل يسير نحو الحجوم الاكبر بأتجاه المتفاعلات لان زيادة الحجم يعني تقليل الضغط على التفاعل لذا يسير التفاعل بأتجاه الحجوم الاكبر فيقل تكوين النواتج .

2) في التفاعل الافتراضي المتزن طاقة + $B_{(g)} \longleftrightarrow A_{(g)}$ لاتتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي

ج/ لتساوي الحجوم على طرفي التوازن (تساوي المولات)

∴ لاتأثير لزيادة الضغط على التفاعل .

3) قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات الغير انعكاسية تكون كبيرة جداً .

ج // لان التفاعلات الغير انعكاسية هي تفاعلات تامة تسير بأتجاه واحد ويتم فيها تحول جميع المتفاعلات الى نواتج لذا تصبح تراكيز النواتج كبيرة وتراكيز المتفاعلات تكاد تكون معدومة وعند حساب ثابت الاتزان بقسمة النواتج على صفر تقريباً نحصل على كمية غير معرفة لذا تكون Keq كبيرة جداً .

4) لا تجف الملابس المبللة عند وضعها في حقائب مغلقة ولكنها تجف عند نشرها على حبل الغسيل .

ج // ان الحقيبة المغلقة تمثل نظام مغلق لا تسمح بعملية التبادل الحراري فلا يتبخر الماء الموجود في الملابس اما حبل الغسيل فيمثل نظام مفتوح تسهل فيه عملية التبادل الحراري مع الجو فيتبخر الماء وتجف الملابس .

5) ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما Kc = 0.3 Q = 1 ؟

ج// التفاعل ماص للحرارة

$$A \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} B$$

عندما $Kc = 0.3 < Q = 1$

فأن التفاعل الخلفي هو الذي يترجح وبما ان التفاعل الخلفي باعث للحرارة

∴ ترتفع حرارة التفاعل .

6) يعتبر التفاعل باعث للحرارة اذا انخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة الحرارة للتفاعل؟

ج// ان زيادة درجة الحرارة (التسخين) يرجح التفاعل الماص للحرارة وبما ان Kc للتفاعل قد انخفضت بالتسخين اذن التفاعل العكسي الماص للحرارة ترجح بالتسخين مما ادى الى تقليل تركيز النواتج فقلت Kc

∴ التفاعل باعث للحرارة $A \longleftrightarrow B$

7) قيمة Kc تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة ؟

ج) في التفاعلات الماصة للحرارة

$$A \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} B$$

عند التسخين يترجح التفاعل الأمامي نحو النواتج (الماص للحرارة) فيزداد تركيز النواتج فتزداد قيمة Kc لأن قيمة Kc تتناسب طردياً مع تركيز النواتج .

8) زيادة الضغط على خليط متزن ($\Delta ng = 1$) فأن الأتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات ؟

ج/ $\Delta ng = 1$ مثل $A \longleftrightarrow 2B$

∴ حجوم النواتج أكبر

وعند زيادة الضغط على الخليط ينزاح الأتزان بأتجاه المتفاعلات نحو الحجوم الأقل حسب قاعدة لو – شاتليه

9) تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى و كأنها متوقفة ؟

ج/ تتقف بعض التفاعلات تماماً اذا كانت تفاعلات تامة غير انعكاسية عندما تستهلك فيها احدى المواد المتفاعلة أو جميعها فأنها تتوقف تماماً , اما التفاعلات التي تبدو و كأنها متوقفة فهي التفاعلات الأنعكاسية التي تتساوى فيها سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل الخلفي عند الأتزان ولا تستهلك فيها المتفاعلات

10) في التفاعل المتزن الأتي $SO_2Cl_{2(g)}$ + طاقة $\longleftrightarrow SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$

ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 خليط الأتزان . ماص

ج/ الطاقة في طرف المتفاعلات ∴ التفاعل ماص للحرارة $\longleftrightarrow$ وعند اضافة SO_2 الى
باعث

خليط التوازن يختل التوازن و يتجه التفاعل بالأتجاه العكسي الباعث للحرارة نحو المتفاعلات للتخلص من الزيادة الحاصلة لذا ترتفع حرارة التفاعل لأن المترجح بالأضافة هو التفاعل الباعث للحرارة .

س 5 // التفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا

1) عند زيادة الضغط المسلط ع التفاعل
2) رفع درجة حرارة اناء التفاعل
3) سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان .

الحل //1) يزاح الاتزان نحو تكوين النواتج (نحو المولات الأقل)
2) ينزاح الاتزان نحو تكوين المتفاعلات (الباعث) للتخلص من الزيادة في الحرارة .
3) ينزاح الاتزان نحو تكوين النواتج (لسد النقص الحاصل في غاز N_2O_4

س6 // التفاعل الغازي المتزن $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \longleftrightarrow PCl_{5(g)}$ (ماص / باعث)

انثالبي التفاعل = 92.5 Kj / mol

ما تأثير كل من العوامل الأتية على حالة الأتزان و ثابت الأتزان ؟

1) خفض درجة الحرارة /// يتجه التفاعل نحو المتفاعلات الباعث للحرارة حسب قاعدة لو - شاتليه و Kc تقل .
2) اضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الأتزان /// يتجه التفاعل نحو المتفاعلات للتخلص من الزيادة الحاصلة حسب قاعدة لو – شاتليه و Kc لا تتأثر .
3) سحب PCl_3 من خليط الأتزان /// يتجه التفاعل باتجاه النواتج لتعويض النقص الحاصل حسب قاعدة لو – شاتليه و Kc لا تتأثر .
4) زيادة الضغط على خليط الأتزان /// يتجه التفاعل باتجاه المتفاعلات نحو الحجوم الأقل حسب قاعدة لو – شاتليه و Kc لا تتأثر .
5) اضافة عامل مساعد /// لا يؤثر على حالة الأتزان و لا على قيمة Kc .

س 7 // التفاعل المتزن الآتي

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftarrows}} 2SO_{3(g)}$$

انثالبي التفاعل = 198 Kj -

ماذا يحدث لتراكيز SO_2 , O_2 , SO_3 عند الأتزان بعد :-

1) زيادة درجة حرارة التفاعل /// عند رفع درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو المتفاعلات الماص للحرارة فيقل تركيز النواتج و يزداد تركيز المتفاعلات .

2) خفض الضغط المسلط على التفاعل /// عند خفض الضغط يتجه التفاعل نحو المتفاعلات نحو الحجوم الأكبر فتقل تراكيز النواتج SO_3 و يزداد تركيز المتفاعلات (SO_2 , O_2) .

3) زيادة تركيز SO_2 في خليط الأتزان /// يتجه التفاعل باتجاه النواتج و تزداد تراكيز النواتج (SO_3) و تقل تراكيز المتفاعلات .

4) اضافة عامل مساعد /// لا يؤثر على حالة الأتزان و لا على التراكيز .

س 8 // هل دائماً يؤدي رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج اذا كانت اجابتك بالنفي فما هي التفاعلات التي تؤدي او لا تؤدي الى زيادة النواتج بين ذلك مع ذكر الأمثلة ؟

الحل // لا يؤدي رفع درجة الحرارة الى زيادة النواتج لجميع التفاعلات حيث تزداد النواتج للتفاعل الماص للحرارة فقط عند زيادة درجة الحرارة لأن التسخين يرجح التفاعل الماص للحرارة الأمامي فتزداد النواتج .

بينما لا يؤدي رفع درجة الحرارة للتفاعل الباعث الى زيادة في النواتج لأنه سيرجح التفاعل العكسي الماص للحرارة فتقل النواتج .

س 9 // للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة

$$2Pbs + 3O_2 \longleftrightarrow 2pbO + 2SO_2$$

وضح تأثير كل من العوامل الأتية على حلة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان

1) حفظ الضغط المسلط ع التفاعل

2) تبريد اناء التفاعل

الحل //

1) يزاح الاتزان نحو تكوين المتفاعلات (نحو المولات الأكثر) و ثابت الاتزان لا يتغير

2) يزاح الاتزان نحو تكوين النواتج (الباعث) لسد النقص الحاصل في الحرارة وثابت الاتزان سوف يزداد لأن النواتج تزداد .

س 10 // التفاعل الأتي $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$ (ماص / باعث)

الماص للحرارة يجري في اناء مغلق ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند :-

1) تقليل حجم الأناء /// يتجه التفاعل نحو الحجوم الأقل حسب قاعدة لو – شاتليه بأتجاه المتفاعلات

2) اضافة مزيد من CaO لخليط التوازن /// لا يؤثر على حالة الأتزان لأن المادة الصلبة فعاليتها ثابتة .

3) سحب جزء من $CaCO_3$ من خليط الاتزان /// لا يؤثر على حالة الأتزان لأن المادة الصلبة فعاليتها ثابتة .

4) اضافة مزيد من CO_2 الى خليط الأتزان /// يتجه التفاعل بأتجاه المتفاعلات للتخلص من الزيادة الحاصلة و العودة للتوازن حسب قاعدة لو – شاتليه .

5) زيادة درجة الحرارة /// التسخين ينشط التفاعل بأتجاه النواتج بأتجاه التفاعل الماص للحرارة من الحرارة الزائدة و العودة للتوازن حسب قاعدة لو – شاتليه .

س 11 // عند تسخين غاز NOCl النقي الى درجة 240 C° في اناء مغلق حجمه لتر فأنه يتحلل حسب المعادلة $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي (1 atm) والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm احسب:

1) الضغوط الجزيئية لكل من غازي NO , Cl_2 عند الاتزان .

2) ثابت الاتزان Kc للتفاعل عند نفس درجة الحرارة .

وزاري

2014 دور ثاني
2015 دور اول

الحل //

$T = C° + 273$
$= 240 + 273$
$= 513\ K$
$\Delta ng = 3 - 2$
$= 1$

	$2NOCl$	$2NO$	Cl_2
التراكيز الابتدائية	A	0	0
التغيير في التراكيز	-2X	+2X	+X
اتزان	A-2X	2X	X
	0.64	2X	X
	0.64	0.24	0.12

$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$

$1 = 0.64 + 2X + X$

$3X = 1 - 0.64$

$3X = 0.36$

$X = 0.12\ atm = P_{Cl_2}$

$P_{NO} = 2 * 0.12 = 0.24\ atm$

$$Kp = \frac{P^2_{NO} * P_{Cl_2}}{P_{NOCl}} = \frac{(0.24)^2\,(0.12)}{(0.64)^2} = 0.017$$

$$Kc = Kp\,(RT)^{-\Delta ng}$$

$$= 0.017\,(0.082 * 513)^{-1}$$

$$= \frac{0.017}{0.082 * 513} = 4 * 10^{-4}$$

س 12 // التفاعل الاتي يجري بدون عامل مساعد وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغوط الجزيئية $N_2O_{4(g)} \longleftrightarrow 2NO_{2(g)}$

$(P_{N_2O_4} = 0.377)$, $(P_{NO_2} = 1.56\ atm)$ عند درجة حرارة $100\ C^\circ$ احسب :-

1) Kp , Kc للتفاعل .

2) ماذا يحدث للضغوط الجزيئية للغازات في خليط الاتزان بعد اضافة العامل المساعد .

الحل // $T = C + 273$

$= 100 + 273 = 373$

$N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$

1) $Kp = \dfrac{P^2\, NO_2}{PN_2O_4}$

$Kp = \dfrac{(1.56)^2}{(0.377)} = 6.46$

$\Delta ng = 2 - 1$

$= 1$

$Kp = Kc\,(RT)^{\Delta ng}$

$6.4 = Kc\,(0.082 \times 373)^{-1}$

$Kc = 0.21$

2) عند اضافة عامل مساعد لايؤثر على اتجاه التوازن ولا على حالة ثابت التوازن ولا على الضغوط الجزيئية .

س 13 // للتفاعل الغازي المتزن $A \longleftrightarrow 2B$ من خلال الجدول التالي , احسب Kc,Kp للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة .

	A (mol / L)	B (mol / L)	درجة الحرارة C°
(1	0.0125	0.843	200
(2	0.171	0.764	300
(3	0.250	0.724	400

الحل //

$A \longleftrightarrow 2B$

1) $Kc_1 = \dfrac{[B]^2}{[A]}$

$Kc = \dfrac{(0.843)^2}{(0.0125)} = 56.85$

$\Delta ng = 2 - 1$

$\Delta ng = 1$

$Kc_1 = Kp_1\,(RT)^{-\Delta ng}$

$56.8 = Kp_1\,(0.082 \times (200 + 473))$

$Kp_1 = 2204.64$

2) $Kc_2 = \dfrac{(0.764)^2}{(0.171)} = 3.41$

$Kc_2 = Kp_2\,(RT)^{-\Delta ng}$

$3.41 = Kp_2\,(0.082 \times 573)^{-1}$

$Kp_2 = 160.27$

∴ Kc يقل بترجح التفاعل نحو المتفاعلات

∴ رفع درجة الحرارة بترجح التفاعل الماص

3) $Kc_3 = \dfrac{(0.724)^2}{(0.250)} = 2.09$

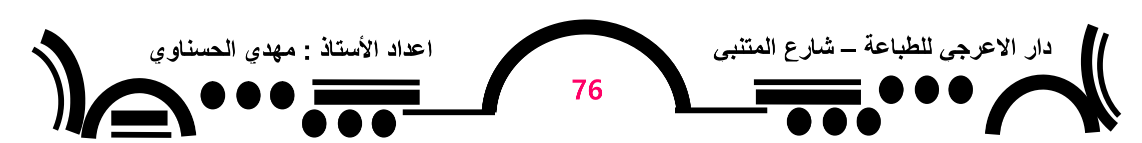
$Kc_3 = Kp_3\,(RT)^{-\Delta ng}$

$2.09 = Kp_3\,(0.082 \times 673)^{-1}$

$Kp_3 = 115.32$

∴ التفاعل نحو المتفاعلات ماص للحرارة

∴ التفاعل باعث للحرارة



س 14 // يتزن التفاعل الأتي $2NH_{3(g)} \longleftrightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ عند درجة 377 C° وقيمة ثابت الاتزان K_c تساوي 1.96 . احسب قيم ثوابت الاتزان للتفاعلات التالية وبنفس درجة الحرارة .

أ- $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longleftrightarrow 2NH_{3(g)}$

ب- $\frac{1}{2} NH_{3(g)} \longleftrightarrow N_{2(g)} + \frac{3}{2} H_{2(g)}$

ج- $\frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{3}{2} H_{2(g)} \longleftrightarrow NH_{3(g)}$

الحل //

$N_2 + 3H_2 \longleftrightarrow 2NH_3$ $Kc_1 = 1.96$

1) $2NH_3 \longleftrightarrow N_2 + 3H_2$ $Kc = \frac{1}{Kc} = \frac{1}{1.96} = 0.51$

2) $\frac{1}{2} N_2 + \frac{3}{2} H_2 \longleftrightarrow NH_3$ $Kc = \sqrt{1.96} = 1.4$

3) $NH_3 \longleftrightarrow \frac{1}{2} N_2 + \frac{3}{2} H_2$ $Kc = \sqrt{\frac{1}{1.96}} = 0.7$

س 15 // ثابت الاتزان $Kc = 4.2 \times 10^{-7}$ للتفاعل المتزن $CO_2 + H_2O \longleftrightarrow H^+ + HCO_3^-$

و Kc يساوي 4.7×10^{-9} للتفاعل $CaCO_{3(s)} \longleftrightarrow CO_3^{-2} + Ca^{+2}$

و Kc يساوي 4.8×10^{-11} للتفاعل $HCO_3^- \longleftrightarrow H^+ + CO_3^{-2}$

فما ثابت الأتزان Kc للتفاعل المتزن $CO_2 + CaCO_{3(s)} + H_2O \longleftrightarrow Ca^{+2} + 2HCO_3^-$

الحل //

$CO_2 + + H_2O \longleftrightarrow H^+ + HCO_3^-$ $Kc_1 = 4.2 \times 10^{-7}$

$CaCO_3 \longleftrightarrow Ca^{+2} + CO_3^{-2}$ $Kc_2 = 4.7 \times 10^{-9}$

$CO_3^{-2} + H^+ \longleftrightarrow HCO_3^-$ $Kc_3 = \frac{1}{4.8 \times 10^{-1}}$

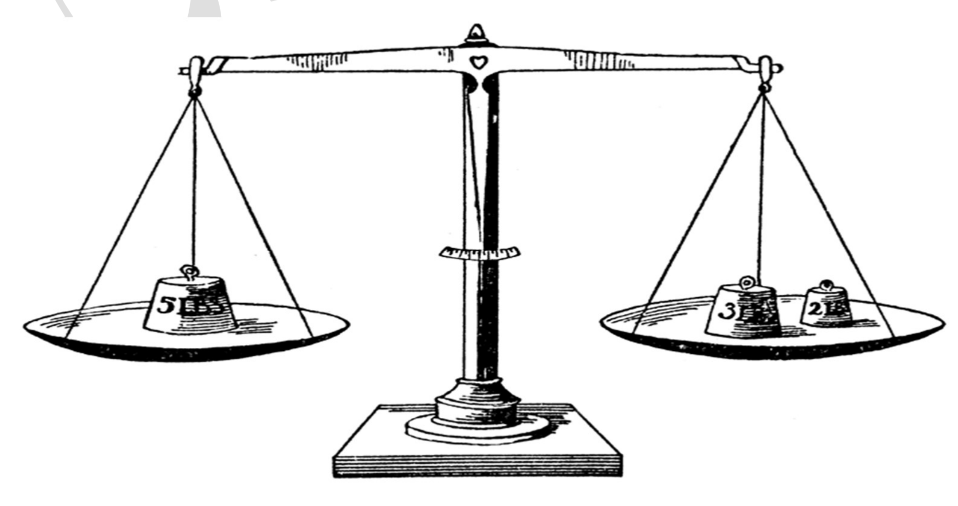
$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \longleftrightarrow Ca^{+2} + 2HCO_3^-$

s.

$Kc_4 = Kc_1 \times Kc_2 \times Kc_3$

$Kc_4 = (4.2 \times 10^{-7}) \times (4.7 \times 10^{-9}) \times (\frac{1}{4.8 \times 10^{-1}})$

$Kc_4 = 4.1 \times 10^{-5}$



س 16 // في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \longleftrightarrow 3C$ في اناء حجمه لتر وضع 3mol من B مع كميات مختلفة من كل من A , C وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الاناء يحتوي على 6mol من كل من A , C ما عدد مولات A , C قبل بدء التفاعل (Kc = 1.5)

الحل //

لمعرفة اتجاه التفاعل نحسب قيمة B عند الاتزان $2A + B \longleftrightarrow 3C$

$$Kc = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]}$$

$$1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2[B]}$$

$$[B] = \frac{6}{1.5} = 4\ M$$

بما ان قيمة B قد زادت

اذا التفاعل عكسي

$2A + B \longleftrightarrow 3C$

A	3	C
+2x	+x	-3x
A + 2X	B + X	C – 3X
6	4	6

$3 + X = 4$

$X = 1\ M$

$C - 3X = 6$

$C - 3(1) = 6$

$C = 9M$

$A + 2X = 6$

$A + 2(1) = 6$

$A = 4M$

س 17 // ثابت الاتزان Kc = 19.9 بدرجة حرارة 2500 K للتفاعل المتزن $Cl_2 + F_2 \longrightarrow 2ClF$ ماذا يحدث لحالة الاتزان اذا كانت تراكيز الخليط($[Cl_2] = 0.2$ m) , ($[F_2] = 1M$) , ($[ClF] = 1.2$ M) .

الحل //

$Cl_2 + F_2 \longrightarrow 2ClF$

بداية	0.2	1	1.2
تغير	-X	-X	+2X
اتزان	0.2-x	1-X	1.2 + 2X

$$Q = \frac{(1.2)^2}{0.2 \times 1}$$

$$Q = 7.4$$

$\therefore$ $Kc > Q$ $\therefore$ التفاعل يسير بالاتجاه الامامي

س 18 // التفاعل المتزن $2A \longleftrightarrow A_2$ وجد انه عند وضع مول واحد من A_2 في اناء التفاعل حجمه لتر واحد عند STP يصله التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل 1% من A_2 ما قيمة Kc للتفاعل وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01 M من A_2 وعند ظروف التفاعل نفسها ؟

الحل //

المتحلل = 1% من A

المتحلل = X

$\therefore X = \frac{1}{100} \times 1$

X = 0.01

$$A_2 \longleftrightarrow 2A$$

	A_2	$2A$
بداية	1	0
تغير	-X	+2X
	1-X	2X
	1-0.01	2x0.01
اتزان	0.99	0.02

$$Kc = \frac{[A]^2}{[A_2]} = \frac{(0.02)}{(0.99)} = 4 \times 10^{-4}$$

$$A_2 \longleftrightarrow 2A$$

اتزان 0.01 y

$$Kc = \frac{[A]^2}{[A_2]}$$

$$4 \times 10^{-4} = \frac{y^2}{0.01}$$

$$\therefore y^2 = 4 \times 10^{-6}$$

$$y = 2 \times 10^{-3}\ M\ [A]$$

س 20 // للتفاعل المتزن $Ni_{s.} + CO_{2\,g.} \longleftrightarrow NiO_{s.} + CO_{g.}$ بدرجة حرارة $727\ C^\circ$ وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن = 304 Torr والضغط الكلي يساوي (1 atm) ما ثابت الاتزان Kc للتفاعل (1 atm = 760 Torr)

الحل //

نحول وحدات الضغط

$$Pco = \frac{304}{760}$$

$$\therefore Pco = 0.4\ atm$$

$$NiO_{s.} + CO_{g.} \longleftrightarrow Ni_{s.} + CO_{2\,g.}$$

0.4 atm y

$$Pt = Pco + Pco_2$$

$$1 = 0.4 + y$$

$\therefore$ y = 0.6 atm

$$Kp = \frac{Pco_2}{Pco} = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$$

$$Kc = Kp\ (RT)^{-\Delta ng}$$

$\Delta ng = 1 - 1$

$= 0$

$\therefore$ Kp = Kc = 1.5

س 21 // في التفاعل المتزن الغازي $PCl_5 \longleftrightarrow PCl_3 + Cl_2$ وجد ان ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي وعند وصول التفاعل الى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 = (1 atm) فأذا علمت ان Kp للتفاعل = (1/6) . فما ضغط غازي PCl_3 , Cl_2 في بداية التفاعل .

الحل //

2014 تمهيدي

$$PCl_3 + Cl_2 \longleftrightarrow PCl_5$$

	PCl_3	Cl_2	PCl_5
بداية	2y	y	0
تغير	-X	-X	+X
اتزان	2y-X	y-X	X
	2y-(y-1)	1atm	(y-1)
	y + 1	1	y-1

y – X = 1

∴ X = y – 1

$$Kp = \frac{(P_{PCl_5})}{P_{Cl_2} \times P_{PCl_3}} \Longrightarrow Kp = \frac{1}{6} = \frac{(y-1)}{(y+1)\times 1}$$

$\Longrightarrow$ y + 1 = 6y – 6 $\Longrightarrow$ 5y = 7

∴ y = 1.4 atm = P_{Cl_2}

2y = 2.8 atm = P_{PCl_3}

س 22 // للتفاعل الغازي الباعث للحرارة $H_2 + Br_2 \longleftrightarrow 2HBr$ في اناء تفاعل حجمه لتر واحد وضعت مولات متساوية من H_2 , Br_2 وضعفها من HBr فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان فوجد ان الاناء يحتوي على (1 mol) من HBr و 2 mol من Br_2 و 2 mol من H_2 احسب :-

1) تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل 2) Kc للتفاعل

الحل //

باعث

$$2HBr \longleftrightarrow H_2 + Br_2$$

	2HBr		H_2	Br_2
بداية	2y	ماص	y	y
تغير	-2X	→	+X	+X
	2y 2X 1		y +X 2	y + X 2

∆ H = -

ارتفعت حرارة الاناء يعني ترجح التفاعل الباعث بالاتجاه الامامي

2013 دور ثاني

2015 دور ثالث

y + X = 2

∴ y = 2 – X (1)

2y – 2X = 1 نعوض بالمعادلة (1)

2(2 – X) – 2X = 1

4 – 2X – X = 1

4 – 4 X = 1

4 X = 3

∴ $X = \frac{3}{4}$ = 0.75 M

y = 2 – X = 2 – 0.75 = 1.25 = [H_2] = [Br_2]

2y = 2 X 1.25 = 2.5 M = [HBr]

$$Kc = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{(2)^2}{(1)^2} = 4$$

س 22 // صف اربع إجراءات لرفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن الباعث للحرارة $N_2 + 3H_2 \longleftrightarrow 2NH_3$

الحل // 1) زيادة الضغط (تقليل الحجم)

2) السحب المستمر لغاز NH_3

3) الإضافة المستمرة لغازي N_2 , H_2

4) تبريد اناء التفاعل

س 24 // للتفاعل المتزن $CO + H_2O \longleftrightarrow CO_2 + H_2$ في اناء حجمه لتر واحد mj خلط مولات متساوية من CO_2 , H_2 وبدرجة حرارة 2000 K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان = 3 mol ، ما تراكيز خليط الاتزان علماً ان ثابت الاتزان Kc يساوي 4 ؟

الحل //

$$CO_2 + H_2 \longleftrightarrow CO + H_2O$$

	CO_2	H_2	CO	H_2O
بداية	y	y	0	0
تغير	-X	-X	+X	+X
	y-x	y-x	X	X
	1.5-X	1.5-X	X	X

$(y – x) + (y – x) + X + X = 3$

$y – X + y – X + X+ X = 3$

$2y = 3$

$y = 1.5$

$$Kc = \frac{(X)^2}{(1.5-X)^2}$$

$$4 = \frac{(X)^2}{(1.5-X)^2}$$

بالجذر

$$2 = \frac{X}{1.5-X} \Longrightarrow 3 – 2X = X \Longrightarrow X = 1$$

$[CO_2] = [H_2] = 1.5 – 1 = 0.5$ M

$[CO] = [H_2O] = 1$ M

س 25 // التفاعل المتزن الغير متجانس $CaCO_3 \longleftrightarrow CaO + CO_2$ بدرجة حرارة 800 C° وجد ان ضغط CO_2 عند الاتزان يساوي 0.235 atm احسب Kc للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها ؟

(S. ... S. g.)

الحل //

$$CaO + CO_2 \longleftrightarrow CaCO_3$$

0.235 atm

المواد الصلبة فعاليتها = 1

$$Kp = \frac{1}{P_{CO_2}} = \frac{1}{0.235} = 4.26$$

$\Delta ng = 0-1 = -1$

$$Kc = Kp (RT)^{-\Delta ng}$$

$$Kc = 4.2 (0.082 \times (800 + 273))^{-(-1)}$$

$$Kc = 4.2 (0.082 \times 1073) = 374.8$$

س 26 // وضع 4g من غاز HF في وعاء حجمه (2) لتر عند درجة حرارة 27 C° وترك في الوعاء المغلق ليتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية $H_2 + F_2 \longleftrightarrow 2HF$
فأذا كان Kp للتفاعل = 1.21
احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً ان الكتلة المولية للغاز = 20 g/mol ؟
معلومة // التركيز المولاري هو عدد المولات في اللتر ؟

الحل //

يجب تحويل غرامات الغاز الى ضغط

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$P \times 2 = 0.2 \times 0.082 \times 300$$

$$P_{HF} = 2.46 \text{ atm}$$

	$2HF$	H_2	F_2
بداية	46.2	0	0
تغير	-2X	+X	+X
اتزان	2.46-2X	X	X

$$Kp = \frac{(X)^2}{(2.46-2x)^2}$$

$$1.21 = \frac{(X)^2}{(2.46-2x)^2}$$

بالجذر

$$1.1 = \frac{X}{2.46-2X}$$

∴

$$X = 0.845 \text{ atm}$$

$$P_{HF} = 2.46 - 2X$$

$$P_{HF} = 2.46 - 2 \times 0.845$$

$$P_{HF} = 0.76 \text{ atm}$$

س 27 // اذا كانت درجة تفكك 1 mol من N_2O_4 الى NO_2 هي 20% عند درجة 27 C° وضغط 1 atm في اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة Kp للتفاعل . (معلومة / درجة التفكك = $\frac{\text{الجزئ}}{\text{الكل}}$ x 100%)

وزاري 2014 دور أول

الحل //

$$20\% = \frac{\text{الجزئ}}{\text{الكل}} \times 100\%$$

$$100 \times \frac{X}{1} = 20$$

$$100 x = 20$$

$$X = \frac{20}{100} = 0.2 \text{ M}$$

	N_2O_4	$2NO_2$
بداية تفاعل	1	0.0
تغير في التركيز	-X	+2X
اتزان	1-X	2X
	(1-0.2)	(2x0.2)
	0.8 M	0.4 M

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$Kc = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$$

$$Kc = Kp\,(RT)^{-\Delta ng}$$

$$0.2 = Kp\,(0.082 \times 300)^{-(2-1)}$$

$$Kp = 0.2 \times 24.6 = 4.92$$

س 28 // في اناء مغلق حجمه لتر واحد اجري التفاعل الأتي :-
عند $490\ C^\circ$ $H_2 + I_2 \longleftrightarrow 2HI$ فأذا كان ثابت سرعة التفاعل الأمامي $Kf = 0.6256$
و ثابت سرعة التفاعل الخلفي $Kb = 0.0136$ و أن ثابت الأتزان للتفاعل بدرجة (872 K)
= 59 بين كيف يتأثر عدد مولات HI عند الأتزان بما يلي من الأجراءات :-
أ) اضافة مزيد من H_2 ب) انخفاض درجة الحرارة ج) ازاحة بعض من I_2

الحل // $Keq = \frac{Kf}{Kb} = \frac{0.6256}{0.0136} = 46$

عند $490\ C^\circ$

$T = 490 + 273$ 763 K عند $Keq = 46$ ∴

$T = 763\ K$ 872 K عند $Keq = 59$

نلاحظ ان رفع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة قيمة Keq ∴ التفاعل الأمامي ماص للحرارة .

$$H_2 + I_2 \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\longleftrightarrow}} 2HI$$

أ) اضافة مزيد من HI ينشط التفاعل العكسي فتقل مولات HI .
ب) انخفاض درجة الحرارة ينشط التفاعل العكسي نحو المتفاعلات بأتجاه التفاعل الباعث للحرارة فتقل مولات HI .
ج) ازاحة بعض من I_2 ينشط التفاعل بأتجاه السحب باتجاه المتفاعلات لذا فأن مولات HI تقل .

س 29 // وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية Kp بدرجة حرارة 1000 K للتفاعلات:-

1) $C_s + 1/2O_{2(g)} \longleftrightarrow CO_{(g)}$ $Kp = 2.9 \times 10^{10}$

2) $C_s + O_2 \longleftrightarrow CO_{2(g)}$ $Kp = 5 \times 10^{20}$

احسب ثابت الاتزان بدلالة Kc للتفاعل $2CO_{(g)} + O_2 \longleftrightarrow 2CO_{2(g)}$

الحل // معادلة (1) تقلب و تضرب × 2 , معادلة (2) تضرب × 2

$Kp_1 = (\frac{1}{2.9\times10^{10}})^2 = 0.1 \times 10^{-14}$

$Kp_2 = (5 \times 10^{20})^2 = 25 \times 10^{40}$

$Kp_3 = Kp_1 \times Kp_2$

$Kp_3 = 2.97 \times 10^{20}$

$2CO_{(g)} \longleftrightarrow \cancel{2C}_{(s)} + \cancel{O_2}_{(g)}$

$\cancel{2C}_{(s)} + \cancel{O_2} \longleftrightarrow 2CO_{2(g)}$

$2CO + O_2 \longleftrightarrow 2CO_2$

$\Delta ng = 2 - 3 = 1$

$Kc = Kp (RT)^{-\Delta ng}$

$Kc = 2.97 \times 10^{20} \times (0.082 \times 1000)^{-(-1)}$

$Kc = 2.4 \times 10^{22}$

س 30 // في وعاء مغلق حجمه لتر واحد ويتفاعل غاز CO *مع بخار الماء و يكون* H_2 , CO_2 بدرجة 700 K ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الأتزان اذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات و النواتج علماً أن ثابت الأتزان Kc لهذا التفاعل يساوي 29.5 ؟

الحل // تستخرج Q

$$CO + H_2O \longleftrightarrow CO_2 + H_2$$

بداية 1 1 1 1

تغير - x -x + x + x

اتزان (1 - X) (1 – X) (1 + X) (1 + X)

$$Q = \frac{(1)^2}{(1)^2}$$

$$Q = 1$$

$$\therefore \quad Q < 1$$

∴ التفاعل يسير بالاتجاه الأمامي

$$Kc = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]}$$

$$Kc = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2}$$

$$5.29 = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2}$$ بالجذر

$$2.3 = \frac{(1+x)}{(1-x)}$$

$$2.3 - 2.3X = 1 + X$$

$$2.3 - 1 = X + 2.3X$$

$$1.3 = 3.3X \qquad x = 0.394 \ M$$

∴ $[CO] = [H_2O] = 1 - X = 1 - 0.39 = 0.66$

$[CO_2] = [H_2] = 1 + X = 1.394$

س 31 // للتفاعل $2NO_{2(g)} \longleftrightarrow N_2O_{4(g)}$ ثابت الأتزان *Kc* لهذا التفاعل = 6×10^{-3} عند درجة حرارة *(298 K)* و لكنه يساوي 1.5×10^{-2} عند درجة حرارة $35\ C^\circ$ هل تفكك رابع اوكسيد ثنائي النتروجين باعث ام ماص للحرارة ؟

الحل // 298 K عند $Kc_1 = 6 \times 10^{-3}$ $\qquad N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$

308 K عند $Kc_2 = 1.5 \times 10^{-2}$ $\qquad N_2O_4 \longleftrightarrow 2NO_2$

بما ان زيادة درجة الحرارة (التسخين) ادى الى زيادة قيمة Kc

∴ التفاعل الأمامي ماص للحرارة و قد ترجح بالتسخين و ادى الى زيادة تراكيز النواتج و بالتالي زيادة قيمة Kc

∴ التفاعل ماص للحرارة .

س 32 // للتفاعل المتزن الأتي $2SO_2 + O_2 \longleftrightarrow 2SO_3$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة معينة يحتوي على :- $[SO_3] = 0.008\ M$, $[SO_2] = 0.02\ M$, $[O_2] = 0.01\ M$ و عند تبريد التفاعل $10\ C^{\circ}$ وجد ان Kc للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة ؟

الحل //

$$2SO_2 + O_2 \longleftrightarrow 2SO_3$$

$$Kc = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\,[O_2]} \qquad Kc_1 = \frac{(0.008)^2}{(0.02)^2\,(0.01)} = 16$$

بعد تبريد التفاعل انخفضت قيمة Kc الى 4 فهذا يدل على ان التفاعل العكسي باعث وقد تنشط بالتبريد فقلت تراكيز Kc

∴ التفاعل ماص للحرارة $\overset{\text{ماص}}{\underset{\text{باعث}}{\longleftrightarrow}}$

وزاري

2016
دور أول

س 33 // وضح الفرق بين ΔG و ΔG° واكتب العلاقة بينهما ومتى تكون قيمة ΔG تساوي ΔG° اثبت ذلك حسابياً ؟

الحل //

ΔG° :- هي التغير في الطاقة الحرة عندما تكون المواد في حالتها القياسية اي بدرجة $25\ C^{\circ}$ وضغط 1 atm .

ΔG :- التغير الذي يحصل في الطاقة الحرة وتكون في ظروفها غير القياسية اي تكون اقل او اكثر من الضغط الجوي .

والعلاقة التي تربط بينهما

$$\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT\,Ln\,\frac{[P]^n}{[R]^n}$$

وان عندما تتساوى التراكيز المولارية للنواتج والمتفاعلات .

$$\Delta G = \Delta G^{\circ}$$

س 34 // اذا علمت ان ثابت التأين الذاتي للماء عند درجة $25\ C^{\circ}$ وضغط (1 atm) يساوي 1×10^{-14} احسب قيمة ΔG° للتأين

$$\underset{L.}{H_2O} \longleftrightarrow \underset{aq}{H^+} + \underset{aq}{OH^-}$$

الحل //

$$\Delta G^{\circ} = -RT\,Ln\,K_{water}$$

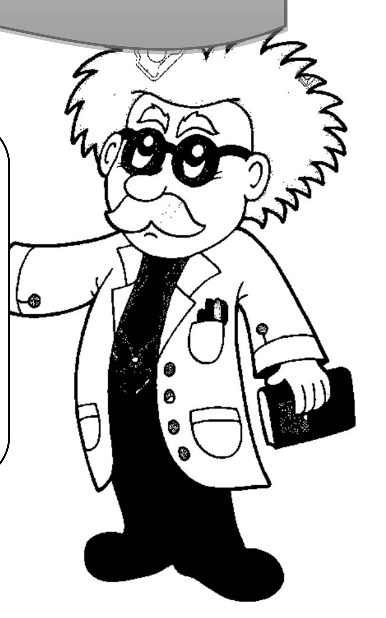
$$\Delta G^{\circ} = -8.3 \times 298\ \ Ln\ \ 1 \times 10^{-14}$$

$$\Delta G^{\circ} = +79881.75\ \ J/mol$$

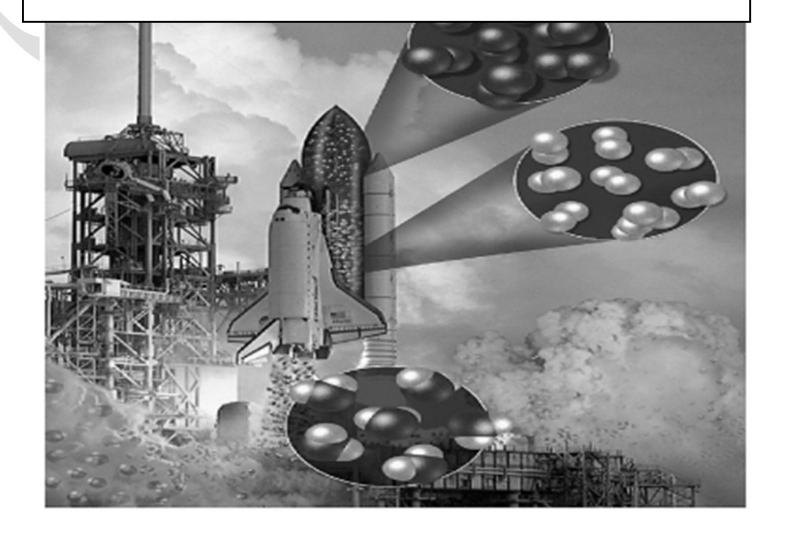
Chemistry

للصف السادس علمي
الفرع الاحيائي

اعداد الأستاذ
مهدي الحسناوي
07807502408



الفصل الثالث
الاتزان الايوني



الفصل الثالث / الاتزان الأيوني Ionic Equilibrium

تقسم المواد من حيث الذوبان في الماء الى :

- مواد ذائبة
  - مواد الكتروليتية
    - قوية
    - ضعيفة
  - مواد غير الكتروليتية
- مواد غير ذائبة
- مواد شحيحة الذوبان

مواد غير ألكتروليتية :- هي المواد التي ليس لمحاليلها المائية أو منصهراتها القابلية على التوصيل الكهربائي و ذلك لأنها لا تتأين في الماء مثل السكر .

الألكتروليتات :- هي مواد يكون لمحلولها المائي أو لمنصهرها قابلية على التوصيل الكهربائي و ذلك لأحتوائها على أيونات .

الألكتروليت القوي :- هي مادة يكون لمحلوها المائي المخفف قابلية التوصيل الكهربائي الجيد .

الألكتروليت الضعيف :- هي مادة تكون قابلية محلولها المائي المخفف للتوصيل الكهربائي ضعيفة .

س// الى مَ تصنف المواد من حيث قابلية محاليلها المائية على نقل التيار الكهربائي ؟

ج // تصنف المواد من حيث نقل التيار الكهربائي الى :

1)) الكتروليتات .　　　　2)) مواد غير الكتروليتية .

س// علا مَ يعتمد سلوك الأصناف المتكونة في المحلول نتيجة الذوبان في الماء ؟

ج // يعتمد على 1) طبيعة المواد نفسها .　　　　2) طبيعة الوسط الذي يحتويها .

س// ماهي مميزات الألكتروليتات ؟

1) قابليتها على أيصال التيار الكهربائي في حالاتها المنصهرة أو محاليلها .
2) تكون محاليلها متعادلة كهربائياً لأن محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليلها مساوية للصفر .
3) محاليلها الذاتية تتضمن أيونات موجبة وأيونات سالبة .
4) تعتمد قابليتها على التوصيل الكهربائي على طبيعة الأيونات و تركيز الأيونات و درجة الحرارة .

س// ماهي العوامل التي تعتمد عليها قابلية المحلول الألكتروليتي للتوصيل الكهربائي

وزاري 2013

ج // 1) طبيعة الأيونات المكونة للمحلول .
2) تركيز الأيونات في المحلول .
3) درجة حرارة المحلول .

علل // ينتج ذوبان الألكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل الكهربائية ؟

ج // بسبب تفككها التام في محاليلها المائية الى أيونات .

علل // ينتج عن ذوبان الألكتروليتات الضعيفة في الماء محاليل ضعيفة التوصيل للكهربائية؟

ج // لأنها تتأين بشكل جزئي محدود في محاليلها المائية .

علل // يلاحظ أن المصباح المربوط في محلول حامض الخليك أضاء بشكل خافت ؟

ج // لأن حامض الخليك الكتروليت ضعيف محلوله يحتوي على عدد قليل من الأيونات .

علل // يلاحظ أن المصباح المربوط في محلول كرومات البوتاسيوم يضاء بشكل متوهج ؟

ج // لأن كرومات البوتاسيوم الكتروليت قوي يحوي محلوله عدد كبير من الأيونات .

علل // لا يضاء المصباح المربوط في محلول ماء مذاب فيه سكر ؟

ج // لأن محلول غير الكتروليتي لا يحوي أيونات .

التأين الذاتي للماء Self Ionization Of Water

او التفكك التلقائي للماء : هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء الى جزيء ماء أخر و يكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون أعداد متساوية من أيونات الهيدرينيوم (H_3O^+) و أيونات الهيدروكسيد (OH^-)

$$H_2O_{(L)} + H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

أو تكتب معادلة تأين الماء بشكل أخر

$$H_2O_{(L)} \longleftrightarrow H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

و يمكن وصف عملية الأتزان من خلال ثابت يدعى الحاصل الأيوني للماء و يعبر عنه بالرمز Kw

$$Kw = [H^+][OH^-]$$

وقد وجد تجريبياً أن

$$[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$$

$$Kw = [H^+][OH^-]$$

$$= (1 \times 10^{-7}) \times (1 \times 10^{-7})$$

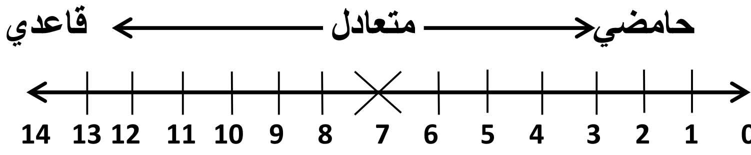
$$= 1 \times 10^{-14}$$

<u>الأس الهيدروجيني</u> :- هي طريقة ملائمة للقياس أو التعبير عن تركيز أيون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها أصغر أو تساوي (1 m) بدلالة سالب لوغارتم التركيز المولاري لأيون الهيدروجين في المحلول و يرمز للناتج العددي لهذه القيم بالرمز (PH) .

1) $PH = -\log[H^+]$
2) $poH = -\log[OH^-]$
3) $PH + POH = PKw = 14$
4) $[H^+] = 10^{-PH}$
5) $[OH^-] = 10^{-poH}$
6) $[H^+][OH^-] = Kw = 1 \times 10^{-14}$

تحديد هوية المحلول من (pH)

حامضي ←—— متعادل ——→ قاعدي



1) اذا كان $pH < 7$ فالمحلول حامضي .

2) اذا كان $pH > 7$ فالمحلول قاعدي .

3) اذا كان $pH = 7$ فالمحلول متعادل .

قوانين اللوغارتمات

1) $\log 10^x = X$: $\log 1000 = \log 10^3 = 3$

$\log 10^{-5} = -5$, $\log 0.1 = \log 10^{-1} = -1$

2) $\log x^y = y \log x$: $\log 5^4 = 4 \log^5$

3) $\log \frac{x}{y} = \log^x - \log^y$: $\log \frac{9}{13} = \log^9 - \log^{13}$

4) $\log (x . y) = \log^x + \log^y$: $\log(20) = \log^{4 \times 5} = \log^4 + \log^5$

5) $\log^{-}(x) = 10^x$: $\log^{-}(5) = 10^5$ ، $\log^{-(-3)} = 10^{-3}$

* لوغارتم من 1 الى 10 " حفظ "

Log 1 = 0	log 2 = 0.3	log 3 = 0.47
Log 4 = 0.6	log 5 = 0.7	log 6 = 0.8
Log 7 = 0.85	log 8 = 0.9	log 9 = 0.95
	Log 10 = 1	

مثال (3 – 1) جد pH في المحاليل التالية علماً أن تركيز $[H^+]$ فيها

1) 0.3M 2) 1 M 3) 10 M 4) 10^{-5} M

الحل //

1) $pH = -\log [H^+] = -\log 0.3 = -\log 3 \times 10^{-1} = -(0.47 - 1) = 0.53$

2) $pH = -\log [H^+] = -\log^1 = 0.0$

3) $pH = -\log [H^+] = -\log 10 = -1$

4) $pH = -\log [H^+] = -\log 10^{-5} = -(-5) = 5$

مثال (3 – 2) جد $[H^+]$ لمحاليل pH لها يساوي

1) 2 2) 7 3) 5

الحل //

1) $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}$ M

2) $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-7}$ M

3) $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-5}$ M

ملاحظة // اذا كان pH رقم عشري و ليس عدد صحيح فنجد pH حسب الأمثلة الأتية :
نضيف و نطرح النظير أكبر بواحد من العدد الصحيح

س // جد $[H^+]$ لمحاليل pH لها يساوي :

1) 9.7 2) 4.3 3) 10.3 4) 2.7 5) 5.3

الحل//

1) $pH = -\log [H^+]$

$9.7 = -\log [H^+]$

$\log [H^+] = -9.7 + 10 - 10$

$\log [H^+] = 0.3 - 10$

$[H^+] = 2 \times 10^{-10}$ M

طريقة اخرى

$[H^+] = 10^{-pH}$

$= 10^{-9.7+10-10}$

$= 10^{0.3} * 10^{-10}$

$= 2 * 10^{-10}$ M

2) $pH = -\log [H^+]$

$4.3 = -\log [H^+]$

$\log [H^+] = -4.3 + 5 - 5$

$\log [H^+] = 0.7 - 5$

$[H^+] = 5 \times 10^{-5}$ M

طريقة اخرى

$[H^+] = 10^{-pH}$

$= 10^{-4.3+5-5}$

$= 10^{0.7} * 10^{-5}$

$= 5 * 10^{-5}$ M

3) $pH = -\log [H^+]$

$\log [H^+] = -10.3$

$\log [H^+] = -10.3 + 11 - 11$

$\log [H^+] = 0.7 - 11$

$[H^+] = 5 \times 10^{-11}$

طريقة اخرى

$[H^+] = 10^{-pH}$

$= 10^{-10.3+11-11}$

$= 10^{0.7} * 10^{-11}$

$= 5 * 10^{-11}$ M

محاليل الأتزان الأيوني

1/ محلول حامض قوي
2/ محلول قاعدة قوية
3/ محلول حامض ضعيف
4/ محلول قاعدة ضعيفة
5/ محاليل الأملاح
6/ محاليل بفر
7/ محاليل الحالات الخاصة (محاليل التعادل)

اولاً)) محلول الحامض القوي

1)حامض الهيدروكلوريك — HCl
2) حامض الهيدرويوديك — HI
3) حامض الهيدروبروميك — HBr
4) حامض النتريك — HNO_3
5) حامض البركلوريك — $HClO_4$
6) حامض البرمنغنيك — $HMnO_4$
7) حامض الكبريتيك — H_2SO_4
8) حامض الكروميك — H_2CrO_4

ملاحظة // حسب برونشتد – لوري

1) لكل حامض قاعدة قرنية تخالفه بالقوة .
2) لكل قاعدة حامض قرين يخالفها بالقوة .
3)القرين القوي هو الذي يتحلل مائياً (يتفاعل مع الماء) .
بما أن حامض قوي أعطى قرين ضعيف لا يتحلل مائياً لذلك يكون التأين تام .

يمكن حساب [H^+] , pH للحوامض القوية :-

A// الحوامض أحادية البروتون :

وهي الحوامض التي عند تأينها في الماء تعطي أيون هيدروجين (بروتون حامضي) واحد فقط .

$$HCl \xrightarrow{\text{التأين}} H^+ + Cl^-$$

y	تام	0	0
0		y	y

[H^+] = [الحامض القوي] = y

$pH = -\log [H^+]$

مثال // أحسب pH لمحلول (0.01M) حامض النتريك .

الحل //

$$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$$

0.01	0	0
0	0.01	0.01

$pH = -\log [H^+]$

$= -\log 10^{-2} = 2$

واجب // س// أحسب [H^+] , pH لمحلول

1) حامض HCl تركيزه (0.003M) .

2) حامض HBr تركيزه (1 M) .

B // الحوامض القوية متعددة البروتون :

هي الحوامض التي عند تأينها في الماء تعطي أكثر من (بروتون حامضي) واحد .

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

Y	0	0
0	2y	y

[H^+] = 2 [الحامض القوي] = 2y $Y = \frac{[H^+]}{2}$

مثال // أحسب pH لمحلول حامض الكبريتيك تركيزه 0.1 M

الحل // حامض H_2SO_4 ثنائي البروتون

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.1	0	0
0	2*0.1	0.1

$[H^+] = 2[H_2SO_4] = 2 \times 0.1 = 0.2\ M$

$pH = -\log [H^+] = -\log 0.2 = 0.7$

س // أحسب تركيز حامض الكروميك في محلوله الذي pH له يساوي (3) .

الحل // حامض الكروميك H_2CrO_4 ثنائي البروتون

$$H_2Cr_2O_4 \longrightarrow 2H^+ + CrO_4^{-2}$$

Y	0	0
0	2y	y

$[H^+] = 10^{-ph} = 10^{-3}$ M

$[H^+] = 2 \times [H_2CrO_4]$

$[H_2CrO_4] = \frac{[H^+]}{2} = \frac{1 \times 10^{-3}}{2} = 0.5 \times 10^{-3}$ M



س1// جد قيمة pH لمحلول حامض ثنائي البروتون تركيزه (1 M) .

س2// جد تركيز حامض الكبريتيك في محلوله الذي قيمة pH له تساوي (0.3) .

ثانياً // محلول القاعدة القوية

1/ هيدروكسيد الصوديوم NaOH

2/ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

3/ هيدروكسيد الربيديوم RbOH

4/ هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$

5/ هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

كيفية حساب $[OH^-]$, $[H^+]$, pH , pOH لمحاليل القواعد القوية .

A// القواعد القوية أحادية الهيدروكسيد :

$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

Y	0	0
$-y$	$+y$	$+y$
0	y	y

$[OH^-] = [KOH] = y$

س1// أحسب pH لمحلول (1×10^{-3}) هيدروكسيد الصوديوم ؟

الحل //

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

هيدروكسيد الصوديوم NaOH قاعدة أحادية الهيدروكسيد

$[OH^-] = [NaOH] = 1 \times 10^{-3}$ M

$pOH = -\log[OH^-] = -\log(1 \times 10^{-3}) = 3$

$pH + pOH = 14$

$pH = 14 - 3 = 11$

س2/ أحسب تركيز هيدروكسيد البوتاسيوم في محلوله الذي قيمة pH فيه تساوي(9).

KoH قاعدة أحادية الهيدروكسيد

$pH + pOH = 14$

$pOH = 14 – 9 = 5$

$[OH^-]\ 10^{-pOH} = 10^{-5}\ M$

$[KOH] = [OH^-] = 10^{-5}\ M$

س3 / أحسب قيمة الأس الهيدروكسيلي لمحلول 0.003 M من هيدروكسيد الصوديوم ؟

واجب

س4 / أحسب $[OH^-]$ في محلول لهيدروكسيد البوتاسيوم pH له في محلوله تساوي(13)

واجب

B / القواعد متعددة الهيدروكسيد

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH$

Y	0	0
$-y$	$+y$	$+2y$
0.0	y	$2y$

[OH⁻] = 2 x [القاعدة القوية]

$[OH^-] = 2y$

س"1" // أحسب pH لمحلول 0.5M من هيدروكسيد الباريوم في محلوله المائي ؟

الحل //

هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

قاعدة ثنائية الهيدروكسيد

$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

0.5	0	0
0	0.5	2*0.5

$[OH^-] = 0.5 \times 2 = 1\ M$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log 1 = 0$

$pH + pOH = 14$

$pH + 0 = 14 \Longrightarrow pH = 14$

س2/ جد التركيز المولاري لقاعدة ثنائية الهيدروكسيد في محلولها المائي الذي pH له تساوي (15) ؟

الحل// .. القاعدة ثنائية الهيدروكسيد

∴ [OH⁻] = 2 x [القاعدة]

$pH = 15$

$pH + pOH = 14$

$15 + pOH = 14$

$pOH = 14 – 15 = -1$

$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-(-1)} = 10\ M$

[OH⁻] = 2 x [القاعدة]

∴ [القاعدة] $= \frac{[OH^-]}{2} = \frac{10}{2} = 5\ M$

س 3 / جد تركيز هيدروكسيد الكالسيوم في محلوله المائي pH له تساوي (12) ؟

واجب

س 4 / جد الأس الهيدروكسيلي لمحلول هيدروكسيد الباريوم تركيزه في محلوله المائي (1M) ثم جد الدالة الحامضية له في محلوله

واجب

ثالثاً // محلول الحامض الضعيف " الالكتروليتات الضعيفة "

الحوامض الضعيفة الشائعة " للحفظ "

1/ حامض الهيدروفلوريك	HF
2/ حامض الفورميك	$HCOOH$
3/ حامض الهيدروسيانيك	HCN
4/ حامض الخليك	CH_3COOH
5/ حامض الفيتنول	C_6H_5OH
6/ حامض الأوكزاليك	$H_2C_2O_4$
7/ حامض الهيدروكبريتيك	H_2S
8/ حامض الفسفوروز	H_3PO_3

كيف نحسب pH , $[H^+]$ للحامض الضعيف ؟

أن الحوامض الضعيفة تتأين تأين جزئي (غير تام) لذا تحصل حالة أتزان أيوني بين الحامض الضعيف و أيوناته المتفككة في محلوله لذا يحسب ثابت تأين يدعى (Ka) و لحساب $[H^+]$, pH للحامض الضعيف نلجأ لطريقة الفرضية

تأين

حامض $HA \longleftrightarrow H^+ + A^-$

ضعيف y جزئي 0 0

y – x x x

(المتبقي) المتأين المتأين

أو الغير متأين المتفكك المتفكك

$$Ka = \frac{[A^-][H^+]}{HA}$$

المتبقي

$$Ka = \frac{X2}{(y-x)}$$

تهمل

حيث X تمثل المتأين أو المتفكك و هو $[H^+]$ في الحامض و الذي يستخدم لحساب pH في المحلول .

س1/ أحسب pH لمحلول حامض الهيدروسيانيك تركيزه (0.04M) و $Ka = 1 \times 10^{-10}$ علماً أن (log 2 = 0.3) ؟

الحل // حامض الهيدروسيانيك

HCN حامض ضعيف

$HCN \longleftrightarrow H^+ + CN^-$

0.04 0 0

0.04 – x x x

$$Ka = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]}$$

$$1 \times 10^{-10} = \frac{(X)2}{(0.04-X)} \Longrightarrow 1 \times 10^{-10} = \frac{X2}{0.04}$$

تهمل

$X^2 = 4 \times 10^{-12} \Longrightarrow X = 2 \times 10^{-6}$ M

$pH = -\log[H^+] = -\log 2 \times 10^{-6}$

$pH = - 0.3 + 6 = 5.7$

س2/ أحسب Ka لمحلول حامض الخليك تركيزه (0.1) و pH في محلوله تساوي(3) ؟

الحل// حامض الخليك حامض ضعيف CH_3COOH

$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO + H^+$

0.1 0 0

0.1 – x x x

$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-3}$ M = X

$Ka = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

$Ka = \frac{10^{-3}\times10^{-3}}{0.1-x}$ تهمل $\Rightarrow$ $Ka = 10^{-5}$

ملاحظة // لاحظنا في المثالين السابقين أستخدام التقريب في ثابت الأتزان و أهمال قيمة X في التركيز المتبقي الا أن التقريب لا يستخدم عندما تكون قيمة Ka أكبر من (10^{-5}) (10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} .....) و إنما يتم الحل بطريقة الدستور و كما في المثال :-

س3// أحسب pH لمحلول حامض الهيدروفلوريك تركيزه (0.01M) و ثابت التفكك له يساوي (1×10^{-4}) ؟

الحل // حامض HF حامض ضعيف

($Ka = 1 \times 10^{-4}$) أكبر من 10^{-5}

لذا نستخدم طريقة الدستور في الحل

و لاتستخدم طريقة التقريب

$HF \longleftrightarrow H^+ + F^-$

0.01 0.1 0.1

0.01 – x x x

$Ka = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$ $1 \times 10^{-4} = \frac{X2}{0.01-X}$

$X^2 = 1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4}\ x$ $x^2 + 1 \times 10^{-4}\ x - 1 \times 0^{-6}$

$x = \frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ (قانون الدستور)   معامل $a = x^2$

$X = \frac{-1\times10^{-4}\pm\sqrt{(1\times10^{-4})^2-4\times1\times10^{-6}}}{2\times1}$ معامل $b = x$

$X = - 1 \times {}^{10}\text{-}4 \pm \sqrt{\ }$ الحد الخالي = c

أما x = - 0.00104 تهمل

او X = 0.00189 = [H^+]

$pH = - \log [H^+]$

pH = -log 0.00189

pH = 2.72

الحوامض الضعيفة متعددة البروتون

هي الحوامض التي تحوي أكثر من بروتون (H^+) حامضي قابل للتأين أو الأستبدال بفلز .

*** من الحوامض الضعيفة متعددة البروتون حامض الأوكزاليك$H_2C_2O_4$ و حامض الفسفوريك H_3PO_4.**

***الحامض الضعيف متعدد البروتون يتفكك على مراحل ولكل مرحلة ثابت تفكك خاص مثل حامض الفسفوريك .**

$$H_3PO_4 \longleftrightarrow H^+ + H_2PO_4^- \qquad Ka_1 = 7.11 \times 10^{-3}$$

$$H_2PO_4 \longleftrightarrow H^+ + HPO_4^= \qquad Ka_2 = 6.32 \times 10^{-8}$$

$$HPO_4 \longleftrightarrow H^+ + PO_4^{\equiv} \qquad Ka_3 = 4.8 \times 10^{-13}$$

ونلاحظ أن :- $Ka_1 > Ka_2 > Ka_3$ " لحامض الفسفوريك " علل :-

ج// وذلك بسبب نقصان قابلية الأصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب أزدياد التجاذب الألكتروستاتيكي بين أيونات ذرات الشحنات المختلفة .

علل / تقل قيمة Ka بأستمرار خطوات التأين المتعاقبة لحامض الفسفوريك ؟

علل / قيمة Ka لحامض H_2S أكبر من قيمة Ka لـ (HS^-) ؟



تمرين (2 – 3)

أحسب تركيز أيون الهيدروجين المائي في المحلول المائي لحامض الهيدروسيانيك ($Ka = 4.9 \times 10^{-10}$) تركيزه يساوي (0.2M) ؟

الحل // حامض HCN حامض ضعيف

$$HCN \longleftrightarrow H^+ + CN^-$$

0.2	0	0
0.2 – x	X	X

$$Ka = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]}$$

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2 - x \leftarrow \text{تهمل}}$$

∵ قيمة Ka أقل من 10^{-5} ∴ نستخدم التقريب و قيمة X تهمل

$$X^2 = 4.9 \times 0.2 \times 10^{-10}$$

$$= 0.99 \times 10^{-5}$$

$$M = [H^+]$$

س1// حامض ضعيف ثابت تفككه يساوي 1×10^{-5} , كم يكون pH له عند تركيزه 0.1M مرة وعند 0.001M مرة أخرى ؟



- -

س2// في محلول (4M) من حامض الفينول تركيز H^+ فيه يساوي 2×10^{-5} كم يصبح تركيز الحامض عندما يكون $[H^+]$ فيه = 3×10^{-5} M ؟

رابعاً // محلول القاعدة الضعيفة (الكتروليتات ضعيفة)

القواعد الضعيفة ((الشائعة))

1) الأمونيا NH_3
2) مثيل أمين CH_3NH_2
3) بنزيل أمين C_7H_5N
4) بيردين C_5H_5N
5) أنيلين C_5H_7N
6) نيكوتين $C_{10}H_{14}N_2$

س // كيف نحسب $[OH^-]$, poH , pH للقاعدة الضعيفة ؟

ج// أن القواعد الضعيفة تتأين تأين جزئي (غير تام) لذا تحل حالة اتزان أيوني بين القاعدة الضعيفة وأيوناتها المتأينة في محلولها لذا يحسب لها ثابت تأين يدعى Kb ولحساب $[OH^-]$ للقاعدة الضعيفة نلجأ لطريقة الفرضية

تأين

قاعدة $B^+ + H_2O \longleftrightarrow BH^+ + OH^-$

ضعيفة Y جزئي 0 0

Y – x x x

(المتبقي) أو الغير متفكك — (المتأين) المتفكك — (المتأين) المتفكك

$$Kb = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]_{\text{المتبقي}}}$$

$$Kb = \frac{x2}{y-x}$$

ملاحظة // قيمة X لا تهمل ولا نستخدم التقريب اذا كان ثابت تفكك القاعدة (Kb) اكبر من 10^{-5} كما مر في الحامض الضعيف .

س1// أحسب pH لمحلول الأمونيا تركيزها 0.2M و $Kb = 2 \times 10^{-5}$ ؟

الحل// الأمونيا NH_3 قاعدة ضعيفة

تأين

$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$

0.2 جزئي 0 0

0.2 – x x x

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]_{\text{المتبقي}}}$$

$$Kb = \frac{x2}{0.2-x} \leftarrow \text{تهمل}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{x2}{0.2}$$

$X^2 = 4 \times 10^{-6}$

$X = 2 \times 10^{-3}\ M = [OH^-]$

$poH = -\log [OH^-] = -\log 2 \times 10^{-3}$ $\quad$ $poH = 2.7$

$pH + poH = 14$ $\quad$ $pH = 11.3$

س2// أحسب الدالة القاعدية لمحلول البريدين تركيزه 0.01 و Kb له 1×10^{-10} ؟

واجب

علل // عند التعبير عن قيمة Ka أو Kb لا تكتب قيمة [H_2O] في القانون ؟

ج // لأنها قيمة ثابتة تكون ممثلة في قيمة ثابت الأتزان .

درجة التأين و النسبة المئوية للتأين

لكل الكتروليت ضعيف (حامض ضعيف أو قاعدة ضعيفة) درجة تأين (تفكك) ونسبة تأين (تفكك) .

درجة التأين (التفكك) = $\dfrac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند الاتزان}}{\text{التركيز الأبتدائي للمادة}}$

النسبة المئوية للتأين (التفكك) = $\dfrac{\text{تركيز الجزء المتأين}}{\text{التركيز الأبتدائي للمادة}}$ **x 100 %**

أو النسبة المئوية للتأين (التفكك) = درجة التفكك x 100

تمرين (4 – 3) أحسب درجة التأين للمحلول المائي للأنيلين ($Kb = 3.8 \times 10^{-10}$) C_5H_7N الذي تركيزه يساوي 0.1 M ؟

الحل // الأنيلين C_5H_7N قاعدة ضعيفة

$C_5H_7N + H_2O \longleftrightarrow C_5H_7NH + OH^-$

0.1   0   0

0.1 x   x   x

$Kb = \dfrac{[C_5H_7NH^+][OH^-]}{[C_5H_7N]}$

$3.8 \times 10^{-10} = \dfrac{x^2}{0.1 - x}$ ← تهمل

$X^2 = 3.8 \times 10^{-11}$

$X^2 = 0.38 \times 10^{-10}$

$X = 0.62 \times 10^{-5}$ *M* المتأين

درجة التأين = $\dfrac{\text{تركيز المتأين}}{\text{التركيز الابتدائي}}$

$= \dfrac{0.62 \times 1^{-5}}{0.1}$

∴ **درجة التأين =** 6.2×10^{-5}

التغيير في PH (ΔPH)

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

للموجود في الاناء اصلاً قبل الإضافة PH_1

للمحلول الناتج بعد الإضافة بعد المزج PH_2

* اذا كانت المادة المضافة حامضية PH_2 سوف تقل لذلك تكون ΔPH قيمة سالبة .

* اذا كانت المادة المضافة قاعدية PH_2 سوف تزداد لذلك تكون ΔPH قيمة موجبة .

س / احسب ΔPH بعد إضافة 0.1 mol HCl الى لتر من الماء المقطر ؟

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

للماء $PH_1 = 7$

لمحلول HCl في الماء PH_2

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

0.1   0   0

0   0.1   0.1

$PH = -\log [H^+]$

$PH_2 = -\log 10^{-1}$

$PH_2 = 1$

$\Delta PH = 1 - 7$

$= -6$ قيمة سالبة لأن المضاف حامض

س / احسب ΔPH بعد إضافة 0.05 mol من $Ba(OH)_2$ الى لتر من الماء المقطر ؟

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

للماء $PH_1 = 7$

للمحلول المائي للقاعدة PH_2

$$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

0.05   0   0

0   0.05   0.05

$POH = -\log [OH^-]$

$POH = -\log 10^{-1}$

$POH = 1$

$PH_2 = 14 - POH$

$= 14 - 1$

$PH_2 = 13$

$\Delta PH = 13 - 7$

$= +6$ قيمة موجبة لأن المضاف قاعدة

قانون التخفيف لمادة واحدة

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

بعد المزج مع الماء   قبل المزج مع الماء

عدد مرات التخفيف $= \frac{M_1}{M_2}$

$V_2 = V_1 + V$ مضاف

س / احسب ΔPH بعد إضافة 1mL من HBr 10 M الى لتر من الماء المقطر

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$PH_1 = 7$ للماء

PH_2 للمحلول المائي لـ HCl ولكن بعد التخفيف

$M_1 V_1(HCl) = M_2 V_2(HCl)$

$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$

$M_2 = 0.01\ M = [H^+]$ لأنه حامض احادي البروتون

$PH = -\log [H^+]$

$PH_2 = -\log 10^{-2}$

$PH_2 = 2$

$\Delta PH = 2 - 7$

$= -5$ قيمة سالبة لأن المضاف حامض



س/ احسب ΔPH بعد إضافة (2ml) من (5 M) $Ca(OH)_2$ الى لتر من الماء المقطر (ج // 5.3)



س / احسب PH محلول ناتج من إضافة (10 ml) من HI تركيزه (12.6 M) الى لتر من الماء المقطر (Log 1.26 M = 0.1) (ج // 0.9)

حسابات الكتلة (عدد الغرامات)

$m = M . V . M$

اذا اعطي او طلب في السؤال كتلة (عدد غرامات) نستخدم هذا القانون

س / ما عدد غرامات NaOH (M = 40 g/mol) الازم اذابتها في 250 ml من الماء المقطر للحصول على محلول PH له 12 ؟

الحل //

$POH + PH = 14$

$POH = 14 - 12 = 2$

$[OH^-] = 10^{-POH}$

$= 10^{-2}\ M = [NaOH]$

$m = M . V . M$

$= 10^{-2} * \frac{250}{1000} * 40 = 0.1\ g$

س / احسب ΔPH بعد اذابة (980 mg) من حامض H_2SO_4 في لتر واحد من الماء المقطر . الكتلة المولية للحامض (98 g/mol) ؟

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$PH_1 = 7$ للماء

PH_2 لمحلول حامض H_2SO_4

$m = M . V . M$

$\frac{980}{1000} = M * 1 * 98$

$M = \frac{0.98}{98} = 0.01\ M$

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

0.01	0	0
0	0.02	0.01

$PH = - \log [H^+]$

$PH_2 = -\log 2 * 10^{-2}$

$PH_2 = - (0.3 - 2)$

$PH_2 = 1.7$

$\Delta PH = 1.7 - 7$

$= -5.3$

س / ما عدد المرات التي يخفف اليها محلول حامض الكبريتيك PH له يساوي (1) ليزداد اس الهيدروجين بمقدار (1) ؟

الحل // حامض الكبريتيك H_2SO_4 حامض قوي ثنائي البروتون

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO^{-2}$

$[H^+] = 2 [H_2SO_4]$

1/ قبل التخفيف pH = 1

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1}\ M$

$[H_2SO_4] = \frac{[H^+]}{2} = \frac{[10^{-1}]}{2} = 0.05\ M$

2/ بعد التخفيف

pH = 1 + 1 = 2

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}\ M$

$[H_2SO_4] = \frac{[H^+]}{2}$

$= \frac{10^{-2}}{2} = 0.005\ M$

عدد مرات التخفيف = $\frac{[M]_1}{[M]_2}$

عدد مرات التخفيف = $\frac{0.05}{0.005}$

عدد المرات = 10 مرات

تمرين (3 – 3) أحسب تركيز أيون الهيدروجين المائي في المحلول المائي للفينول (C_6H_5OH) الذي تركيزه : ($Ka = (1.3 \times 10^{-10}$)

A/ 0.2 M　　B/ بعد تخفيف مئة مرة

الحل// حامض الفينول C_2H_5OH حامض ضعيف

A/

$$C_6H_5OH \longleftrightarrow C_6H_5O^- + H^+$$

0.2　　0　　0

0.2 – x　　x　　x

$$Ka = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]}$$

$$Ka = \frac{X^2}{0.2 - x} \quad \text{تهمل } x$$

$$1.3 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2}$$

$$X^2 = 0.26 \times 10^{-10}$$

$$\therefore \quad X = 0.51 \times 10^{-5}\ M = [H^+]$$

B/ بعد التخفيف لمئة مرة

عدد مرات التخفيف = $\frac{[M_1]}{[M_2]}$ ⇐ $\frac{[\text{الحامض}]_1}{100}$ = $[\text{الحامض}]_2$

$$[\text{الحامض}]_2 = \frac{0.2}{100}$$

$$[C_2H_5OH] = [\text{الحامض}]_2 = 2 \times 10^{-3}\ M$$

$$C_6H_5OH \longleftrightarrow C_6H_5O^- + H^+$$

2×10^{-3}　　0　　0

$2 \times 10^{-3} - x$　　x　　x

$$Ka = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]}$$

$$1.3 \times 10^{-10} = \frac{X2}{2 \times 10^{-3} - x}$$

$$X^2 = 0.26 \times 10^{-12}$$

$$X = 0.51 \times 10^{-6}\ M = [H^+]$$

علل//عند تخفيف الكتروليت ضعيف بمقدار عشر مرات فأن درجة تفككه أو النسبة المئوية للتفكك (التأين) تزداد بمقدار ثلاث مرات تقريباً ؟

ج// لأن عملية التخفيف تؤدي الى ازاحة موقع الأتزان الى موقع جديد لأزالة التأثير الخارجي لعملية التخفيف وذلك بزيادة تفكك المذاب فيقل الجزء الغير متفكك من المذاب و تزداد كمية الجزء المتفكك (المتأين) في وحدة الحجم لأعادة المحلول لحالة أتزان جديدة .

علل // يزداد تفكك الكتروليت ضعيف عند تخفيفه ؟

ج// لأن التخفيف يقلل من عدد أجزاء المذاب في وحدة الحجم و لأزالة هذا التأثير فأن الالكتروليت يزيد من تفككه لتعويض نقص الأيونات و التخلص من هذا التأثير .

تمرين (3 – 1)

أحسب تركيز الاصناف الأيونية في محاليل المركبات (الالكتروليتات القوية) التالية حسب التراكيز المشار اليها

HBr 0.25 M /A

الحل // HBr حامض قوي احادي البروتون

$$HBr \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تأين}} H^+ + Br^-$$

$[H^+] = [HBr] = 0.25$ M

$[Br^-] = [HBr] = 0.25$ M

KOH 0.055 M // B

الحل // KOH قاعدة قوية أحادية الهيدروكسيد

$$KOH \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تأين}} K^+ + OH^-$$

$[K^+] = [KOH] = 0.055$ M

$[OH^-] = [KOH] = 0.055$ M

$CaCl_2$ 0.155 M //C

الحل // ملح متعادل (حامض قوي + قاعدة قوية)

$$CaCl_2 \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تأين}} Ca^{+2} + 2Cl^-$$

0.155   0   0

0   0.155   0.155 x 2

$[Ca^+] = [CaCl_2] = 0.155$ M

$[Cl^-] = [CaCl_2] \times 2 = 0.155 \times 2 = 0.310$ M

تمرين (3 – 5)

أحسب تركيزأيونات الهيدروجين المائية في محلول يحتوي على أيونات الهيدروكسيد المائية بتراكيز :-

0.01 M // A

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

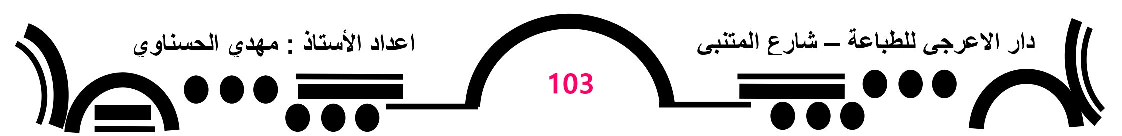
$$[H^+] = \frac{1\times 10^{-14}}{0.01} = 1 \times 10^{-12} \text{ M}$$

وزاري 2013

2.0×10^{-9} M // B

$[H^+][OH] = 1 \times 10^{-14}$

$$[H^+] = \frac{1\times 10^{-1}}{2.0\times 10^{-9}} = 0.5 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \text{ M}$$



تمرين (3 – 6) أحسب قيم الدالة الحامضية (pH) للمحاليل الأتية :-

A // 6.0×10^{-4} M حامض الهيدروكلوريك

الحل // حامض الهيدروكلوريك (حامض قوي أحادي البروتون)

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$[H^+] = [HCl] = 6.0 \times 10^{-4}$ M

$pH = -\log [H^+] = -\log 6 \times 10^{-4}$

$\therefore$ $pH = -0.8 + 4 = 3.22$

B// 0.03 M حامض الكبريتيك

الحل // حامض الكبريتيك (حامض قوي ثنائي البروتون)

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

$[H^+] = 2 \times [H_2SO_4]$

$= 2 \times 0.03$ M $= 0.06$ M

$pH = -\log [H^+] = -\log 0.06$

$\therefore pH = -\log 6 \times 10^{-2}$

$= -0.8 + 2 = 1.22$

تمرين (3 – 7) اذا علمت أن pH محلول حامض النتريك يساوي(3.32) ماهي مولارية المحلول

الحل // حامض النتريك (حامض قوي أحادي البروتون)

$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$

$[H^+] = [HNO_3]$

$pH = -\log [H^+]$

$\log [H^+] = \underline{-3.32 + 4} - 4$

$= 0.68 - 4$

$[H^+] = 4.8 \times 10^{-4}$ M

$\therefore$ $[HNO_3] = [H^+] = 4.8 \times 10^{-4}$ M

تمرين (3 – 9) أحسب قيم $[H^+]$ و $[pH]$ و $[OH^-]$ و poH للمحلول المائي لـ$Ca(OH_2)$ تركيزه 0.015 M هل المحلول حامضي أم قاعدي ؟ و لماذا ؟

الحل // $Ca(OH)_2$ قاعدة قوية (ثنائية الهيدروكسيد)

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$

$[OH^-] = 2 \times [Ca(OH^-)_2]$

$[OH^-] = 2 \times 0.015 = 0.03$ M

$poH = -\log[OH^-] = -\log 0.03$

$= -\log 3 \times 10^{-2} = -0.4 + 2$

$= 1.52$

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$[H^+] = \frac{1\times10^{-1}}{3\times10^{-2}} = 3.3 \times 10^{-13}$ M

$pH = -\log[H^+] = -\log 3.3 \times 10^{-13}$ PH = 12.48

تمرين (3 – 8)

أكمل الجدول الأتي . هل وجدت علاقة واضحة بين قيم pH و poH لكل محلول ؟ ماهي ؟

المحلول	[H^+]	[OH^-]	pH	poH	العلاقة
0.15M HI	$[H^+] = [HI] = 0.15$	$[H^+][OH^-] = 1x10^{-14}$ $[OH^-] = 6.6x10^{-14}$	$pH = -log[H^+]$ pH=0.82	pH+poH =14 poH=13.18	pH < 7 المحلول حامضي
0.06 M RbOH	$[H^+][HI] = 1 x 10^{-14}$ $[H^+] = 1.6 x 10^{-13}$	$[OH^-] = [RbOH] = 0.06$ M	$pH = log[H^+]$ pH = 12.7	poH = 1.22	pH > 7 المحلول قاعدي
0.02M $Ba(OH)_2$	$[H^+] = 2.5 x 10^{-13}$	$[OH] = 2[Ba(OH)_2]$ $[OH^-] = 0.04$ M	pH=12.6	poH = 1.4	pH > 7 المحلول قاعدي
0.0003 M $HClO^4$	$[H^+] = 0.0003$	$[OH^-] = 3.3x10^{-11}$	pH = 3.5	poH = 10.47	pH < 7 المحلول حامضي

س// وجد أن الأس الهيدروجيني لمحلول الأمونيا يساوي (11) في محلوله المائي أحسب :-

علماً أن $Kb = 1 x 10^{-5}$

1/ التركيز الابتدائي للأمونيا . 2/ النسبة المئوية في المحلول . 3/ تركيز الأمونيا الغير متأين .

الحل // محلول الأمونيا NH_3 قاعدة ضعيفة (فرضية).

$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$

Y 0 0

Y – x x x

pH = 11

poH + pH = 14

∴ poH = 3

$[OH] = 10^{-poH} = 10^{-3}$ M = X

$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Longrightarrow 1 x 10^{-5} = \frac{x2}{y-x}$ تهمل $\Longrightarrow 1 x 10^{-5} = \frac{(10^{-3})^2}{y}$

$y = \frac{10^{-6}}{1\times10^{-5}} = 1 x 10^{-1}$ M

النسبة المئوية للتأين = $\frac{\text{التركيز المتأين}}{\text{التركيز الأبتدائي}}$ × 100

= $\frac{1\times10^{-3}}{1\times10^{-1}}$ X 100

النسبة المئوية للتأين = 1 %

التركيز الغير المتأين من الأمونيا = التركيز الأبتدائي - التركيز المتأين

M = 0.1 – 0.001 M = 0.099 M

س // أذا علمت أن النسبة المئوية للتأين لحامض الخليك تساوي (2 %) و $Ka = 2 \times 10^{-5}$ جد تركيز الحامض في المحلول ؟

الحل // حامض الخليك CH_3COOH حامض ضعيف (فرضية) $CH_3COOH \longrightarrow CH_3COO^- + H^+$

CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
Y	0	0
Y – x	x	x

النسبة المئوية للتأين = $\frac{\text{التركيز المتأين}}{\text{التركيز الأبتدائي}} \times 100$

$\% 2 = \frac{x}{y} \times 100 \%$

$\therefore X = 0.02\, y$ -----------1

$Ka = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$

$2 \times 10^{-5} = \frac{x2}{y - x}$ ← تهمل

$2 \times 10^{-5} = \frac{x2}{y}$ (نعوض قيمة X من معادلة (1))

$2 \times 10^{-5} = \frac{(0.02y)^2}{y}$

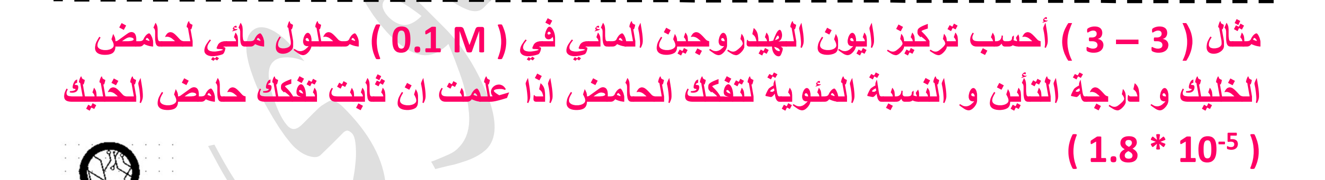
$2 \times 10^{-5} = \frac{4 \times 10^{-4} y^2}{y}$

تركيز الحامض = $Y = \frac{2\times10^{-5}}{4\times10^{-4}}$ ⟹ $= 0.05\ M$

أسئلة * واجب

مثال (3 – 1) احسب التراكيز المولارية لأيون (Ba^{+2}) و ايون (OH^-) في محلول (0.03 M) من هيدروكسيد الباريوم ؟

واجب



مثال (3 – 3) أحسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في (0.1 M) محلول مائي لحامض الخليك و درجة التأين و النسبة المئوية لتفكك الحامض اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك ($1.8 * 10^{-5}$)

واجب

مثال (3 – 4) احسب درجة التفكك و النسبة المئوية للتأين لمادة حامض الهيدروفلوريك (HF) ($Ka = 6.8 * 10^{-4}$) في محلولها المائي الذي تركيزه

A / 0.1 M　　　B / 0.01 M

وبين ما هي العلاقة بين النسبة المئوية للتأين و تركيز المحلول ؟



مثال (3 – 5) أحسب تركيز أيون الهيدروكسيد و درجة التأين للمحلول المائي للأمونيا الذي تركيزه (0.2 M) علماً أن ثابت تفكك القاعدة الضعيفة ($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$) ؟



مثال (3 – 6) احسب تراكيز ايونات H^+ , OH^- في (0.05 M) من محلول حامض النتريك ؟



مثال (3 – 7) احسب قيم PH محلول يكون فيه تركيز ايونات H^+ يساوي (0.05 M) ؟



مثال (3 – 9) احسب [H^+] , PH , [OH^-] , POH لمحلول حامض الهيدروكلوريك بتركيز (0.015 M) ؟



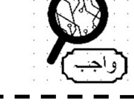
س / قاعدة أحادية الهيدروكسيد PH لها يساوي (12) و النسبة المئوية للتأين في محلولها المائي (5 %) , احسب ثابت تفككها ؟ (ج // $5 * 10^{-4}$)



س / في محلول (4 M) من حامض الفينول تركيز [H^+] فيه يساوي ($2 * 10^{-5}$) فكم يصبح تركيز الحامض عندما يكون [H^+] فيه ($3 * 10^{-5}$) ؟ (ج // 9 M)



س / الكتروليت ضعيف له قيمة ($K_a = 1 * 10^{-5}$) فكم يكون PH له عند تركيز (0.1 M) ثم جد PH له عند تخفيفه 100 مرة ؟ (ج // 3 , 4)



س / وجد ان الدالة الحامضية لمحلول قاعدة ضعيفة أحادية الهيدروكسيد تساوي (9) و درجة التأين في محلولها المائي = $4 * 10^{-5}$, جد ثابت تفكك القاعدة ؟ (ج // $4 * 10^{-10}$)



التمذوب و مفهوم الحامض القرين و القاعدة والقرينة

التمذوب :- هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات المذيب .

التحلل المائي :- هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات الماء و ذلك عندما يكون الماء هو المذيب .

حامض برونشتد :- هو الصنف الذي له القابلية على وهب بروتون واحد أو أكثر في المذيب .

قاعدة برونشتد :- هو الصنف الذي له القابلية على أكتساب البروتونات من المذيب .

ملاحظة // حسب مفهوم برونشتد – لكل حامض برونشتد قاعدة قرينة تخالفه بالقوة , ولكل قاعدة برونشتد حامض قرين يخالفها . بالقوة .

الحامض القرين :- هو الجزء الموجب من القاعدة بعد اكتساب بروتون و يخالفاها من حيث القوة .

$$B + H_2O \longleftrightarrow BH^+ + OH^-$$

ق . ض   حامض قرين قوي

القاعدة القرينة :- هو الجزء السالب من الحامض بعد فقدان بروتون موجب ويخالفه من حيث القوة .

$$HA \longleftrightarrow H^+ + X^-$$

ح . ض   قاعدة قرينة قوية

علل // الألكتروليتات القوية تتأين تأين تام بسهم واحد ؟

ج // لأنها عند تأينها تعطي قرائن ضعيفة لا تتحلل في الماء و ليس لها الأمكانية على أعادة تكوين المتفاعلات تحت نفس الظروف .

علل // تتأين الالكتروليتات الضعيفة تأيناً جزئياً بسهمين ؟

ج // لأنها الكتروليتات ضعيفة عند تأينها تعطي قرائن قوية (حسب برونشتد) تتحلل مائياً و لها الأمكانية للتفاعل و أعادة تكوين المتفاعلات تحت نفس الظروف .

علل // حامض HCl تام التأين ؟

ج// لأنه حامض قوي عند تأينه يعطي قاعدة قرينة ضعيفة لا تحلل و لا تتفاعل مع الماء و ليس لها الأمكانية لأعادة تكوين الحامض من جديد

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

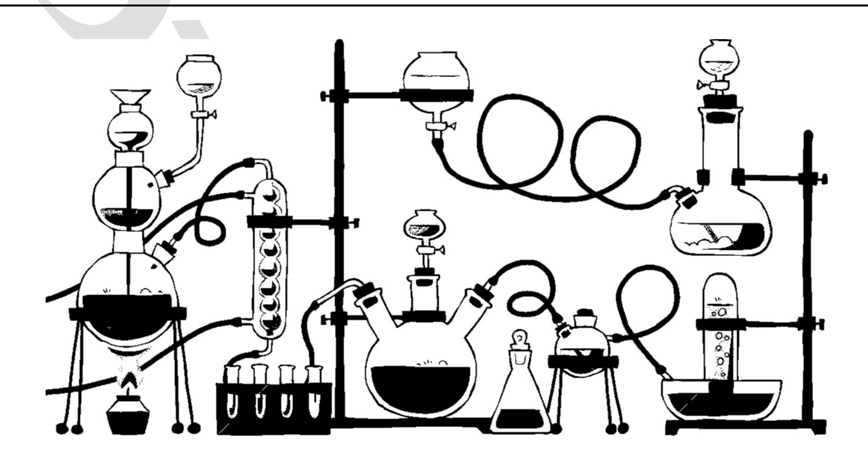
حامض قوي   قاعدة قرينة ضعيفة

علل // الأمونيا ذات تأين جزئي في الماء ؟

ج // لأن الأمونيا قاعدة ضعيفة عند تأينها في الماء تعطي حامض قرين قوي يتحلل في الماء و يتفاعل مع الماء لأعادة تكوين القاعدة من جديد .

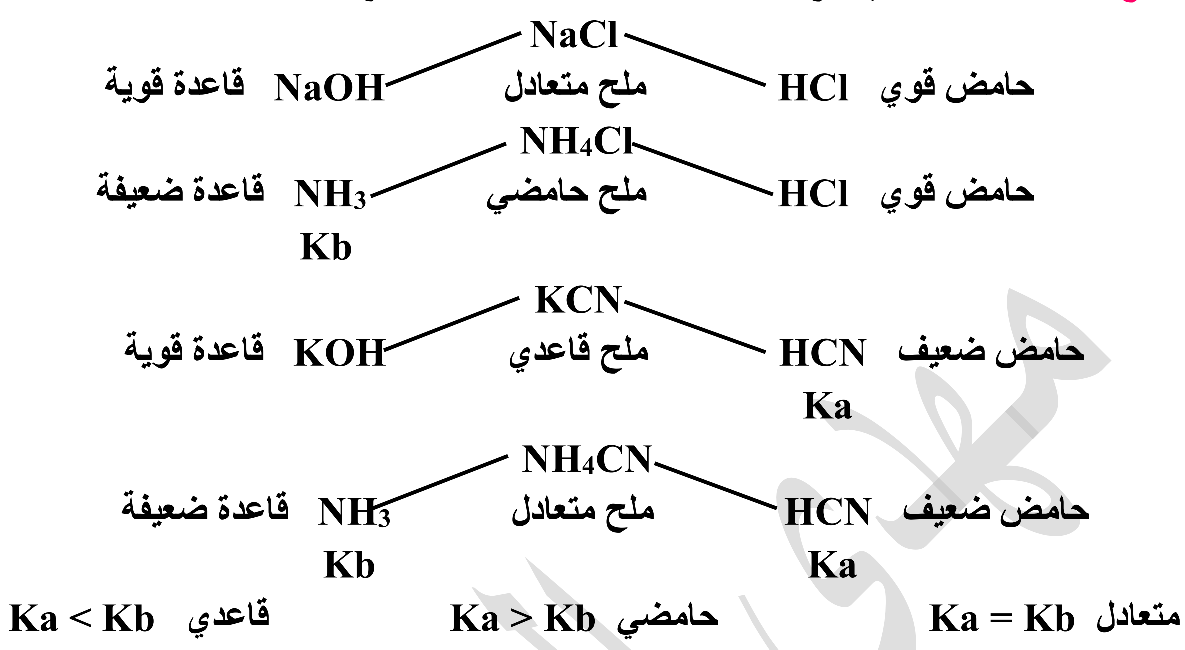
$$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

قاعدة ضعيفة   حامض قرين قوي



خامساً محلول الملح

الملح :- هو الكتروليت قوي ناتج من اتحاد الجزء الموجب من القاعدة مع الجزء السالب من الحامض .



أ – ملح متعادل :- هو الملح الناتج من حامض قوي وقاعدة قوية وبعد اذابته في الماء ليس لأيونه السالب ولا الموجب القدرة على التفاعل مع الماء لأنها قرائن ضعيفة لذلك يبقى $[OH^-] = [H^+]$ في الماء فتكون $PH = 7$

$PH = PoH = 7$

$$KCl \longrightarrow K^+ + Cl^-$$

قرين ضعيف   قرين ضعيف

$$H_2O \longleftrightarrow H^+ + OH^-$$

$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}\ M$

علل // الاملاح الناتجة من حوامض قوية و قواعد قوية تكون قاعدية التأثير ؟

ج / وذلك لعدم قدرة الجزء الموجب ولا الجزء السالب من الملح بالتفاعل مع الماء لأنها قرائن ضعيفة لذلك تبقى $[H^+] = [OH^-]$ فيكون متعادل .

علل // لايغير المحلول المائي لكلوريد الصوديوم لون الدليل و لا يغير PH ؟

علل // يعتبر المحلول المائي لـ يوديد البوتاسيوم متعادل ؟

ملاحظة / نفس الجواب السابق .

ب – ملح حامضي :- هو الملح الناتج من حامض قوي و قاعدة ضعيفة و بعد اذابته في الماء لأيونه الموجب القدرة على التفاعل مع الماء لأنه قرين قوي لذلك سوف يتفاعل مع ايونات OH^- الماء فيقل $[OH^-]$ فيزداد تفكك الماء لسد النقص الحاصل فيزداد $[H^+]$ فيكون التأثير حامضي .

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

$$H_2O \longleftrightarrow OH^- + H^+$$

$$NH_3 + H_2O$$

زيادة في $[H^+]$ ملح حامضي

علل / الاملاح الناتجة من حوامض قوية وقواعد ضعيفة تكون حامضية التأثير ؟

ج / وذلك لقدرة الايون الموجب للملح بالتفاعل مع OH^- الماء فيقل $[OH^-]$ فيزداد تفكك الماء لسد النقص في $[OH^-]$ لذلك سوف يزداد $[H^+]$ فيكون التأثير حامضي .

علل / يعتبر ملح كلوريد الامونيوم حامضي التأثير ؟

علل / تقل PH الماء بعد اذابة كمية من ملح يوديد البريدينيوم فيه ؟

ملاحظة / نفس الإجابة السابقة .

اهم قوانين الملح الحامضي

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{Kw \; Kb}{C}} \qquad [H^+] = \sqrt{\frac{Kw \; C}{Kb}}$$

اذا طلب في السؤال تركيز

$$PoH = \frac{1}{2}[\,pkw + pkb + logC\,] \qquad PH = \frac{1}{2}[\,pkw - pkb - logC\,]$$

اذا طلب PH او PoH

$Kh = \frac{Kw}{Kb}$ ثابت تحلل الجزء الموجب

انتبه !!!
للطالب حق اختيار أي قانون من هذه القوانين ويعتبر الحل صح

ملاحظة / لمعرفة هذا النوع من الملح

1- من الصيغة الكيميائية .
2- $PH < 7$ حامضي .
3- يعطي في السؤال Kb .
4- يعطي في السؤال ثابت تحلل الجزء الموجب للملح .

ج // ملح قاعدي :- هو ملح ناتج من حامض ضعيف و قاعدة قوية و بعد اذابته في الماء لأيونه السالب القدرة على التفاعل مع الماء لأنه قرين قوي لذلك سوف يتفاعل مع ايونات H^+ الماء فتقل $[H^+]$ فيزداد تفكك الماء لسد النقص الحاصل فيزداد $[OH^-]$ فيكون التأثير قاعدي

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$
$$H_2O \longleftrightarrow H^+ + OH^-$$
$$H^+ + CH_3COO^- \longleftrightarrow CH_3COOH$$

زيادة في $[OH^-]$ ملح قاعدي

علل / الأملاح الناتجة من حوامض ضعيفة و قواعد قوية تكون قاعدية التأثير ؟

ج / وذلك لقدرة الأيون السالب للملح للتفاعل مع H^+ الماء فتقل H^+ فيزداد تفكك الماء لسد النقص الحاصل فيزداد تركيز OH^-

علل / يعتبر المحلول المائي لخلات الصوديوم قاعدي التأثير ؟

علل / تزداد pH الماء بعد اذابة كمية من فورمات البوتاسيوم فيه ؟

ملاحظة / نفس الجواب الأول .

اهم قوانين الملح القاعدي

$$[\ OH^-\ ] = \sqrt{\frac{Kw\ \ C}{Ka}}$$

$$[\ H^+\ ] = \sqrt{\frac{Kw\ Ka}{C}}$$

اذا طلب في السؤال تركيز

$$PoH = \frac{1}{2}\ [\ pkw - pka - logC\ ]$$

$$PH = \frac{1}{2}\ [\ pkw + pka + logC\ ]$$

اذا طلب PH او PoH

> انتبه !!!
> للطالب حق اختيار أي قانون من هذه القوانين ويعتبر الحل صح

ثابت تحلل الجزء الموجب $Kh = \frac{Kw}{Ka}$

ملاحظة / لمعرفة هذا النوع من الملح

1- من الصيغة الكيميائية .

2- $PH > 7$ قاعدي .

3- يعطي في السؤال Ka .

4- يعطي في السؤال ثابت تحلل الجزء السالب للملح .

د // ملح ناتج من حامض ضعيف وقاعدة ضعيفة

NH_4CN

HCN ضعيف	NH_3 ضعيف	
Ka	Kb	

$Ka > Kb$ قاعدي

$Ka < Kb$ حامضي

$Ka = Kb$ متعادل

س / بين صفة الملح NH_4CN علماً ان $Ka = 1 * 10^{-10}$ و $Kb = 1.8 * 10^{-5}$

ج / بما انه $Ka = 1 * 10^{-10}$ > $Kb = 1.8 * 10^{-5}$ اذن الملح قاعدي

تمرين (3 – 10) أحسب تركيز أيون الهيدروكسيد للمحلول المائي لملح سيانيد البوتاسيوم KCN ($Ka\ (KCN) = 4.9 \times 10^{-10}$) تركيزه (0.1 M). هل المحلول حامضي أم قاعدي ؟

الحل // KCN ملح قاعدي

$[H^+] = \sqrt{\frac{KwKa}{C}}$

$[H^+] = \sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times4.9\times10^{-10}}{0.1}}$

$= \sqrt{49\times10^{-24}}$

$\therefore\ [H^+] = 7 \times 10^{-12}$

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{7\times10^{-12}} = 1.43 \times 10^{-3}\ M$

$[H^+] < 1 \times 10^{-7}$ $\therefore$ (المحلول قاعدي)

س// الأس الهيدروجيني لمحلول (0.001M) لأحد الأملاح يساوي (6) جد :-
1// ثابت تفكك الألكتروليت الضعيف المشتق منه الملح .
2// (Kh للملح) .

الحل // $pH = 6 < 7$ ∴ الملح حامض (ملح حامض قوي و قاعدة ضعيفة).

$[H^+]_{للملح} = 10^{-pH} = 10^{-6}$ M

$[H^+] = \sqrt{C \times \frac{Kw}{Kb}}$

$10^{-6} = \sqrt{0.001 \times \frac{1\times10^{-14}}{Kb}}$ بالتربيع

$10^{-12} = \frac{1\times10^{-1}}{Kb}$

$Kb = 10^{-5}$

$Kh = \frac{Kw}{Kb} = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-5}}$

$= 1 \times 10^{-9}$

س// أحسب pH لمحلول (0.1 M) كلوريد الصوديوم مضاف اليه لتر من الماء المقطر ؟

الحل // $pH = 7$
الماء

بعد أضافة NaCl (ملح متعادل) الى الماء نحصل على محلول ملح خفيف و $pH = 7$
لأن (NaCl) لايتغير في pH الماء المقطر .

تمرين (3 – 11) أحسب قيمة poH لمحلول نترات الأمونيوم ($pKb(NH_3) = 4.74$) بتركيز (0.5 M) هل المحلول حامضي أم قاعدي ؟

الحل // ملح نترات الأمونيوم (ملح حامضي)



2014
تمهيدي

$pH = \frac{1}{2}$ [pKw – pKb – log c]

$pH = \frac{1}{2}$ [14 – 4.74 – log 0.5]

$pH = \frac{1}{2}$ [14 – 4.74 + 0.3]

$pH = \frac{1}{2}$ [9.56]

$pH = 4.78 < 7$ ∴ المحلول حامضي

$pH + poH = 14$

$4.78 + poH = 14$

$poH = 9.22$

س// محلول أحد الأملاح Kh لأيونه السالب يساوي 10^{-9} و تركيزه (0.1 M) أحسب :-

1) الأس الهيدروكسيلي لمحلول الملح 2) قيمة pH لمحلول (0.1 M) للألكتروليت الضعيف المشتق من الملح .

الحل// ∴ (الملح قاعدي) $Kh = \frac{Kw}{Ka}$

للأيون السالب للملح

$$1 \times 10^{-9} = \frac{1\times10^{-14}}{Ka}$$

$$Ka = 1 \times 10^{-5}$$

∴ الملح يتكون من حامض ضعيف و قاعدة قوية (ملح قوي)

$$[OH^-] = \sqrt{C \times \frac{Kw}{Ka}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{0.1 \times \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-5}}}$$

بالجذر $[OH^-] = \sqrt{1 \times 10^{-10}}$

$\therefore [OH^-] = 1 \times 10^{-5}$ M

$\therefore$ $pOH = -\log[OH^-] = -\log 1 \times 10^{-5} = 5$

الالكتروليت الضعيف المشتق من الملح هو (حامض ضعيف)

$$HA \longleftrightarrow H^+ + A^-$$

HA	H^+	A^-
0.1	0	0
0.1 – x	x	x

$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ ⟹ $1 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1-x}$ (تهمل ← x)

∴ $X^2 = 1 \times 10^{-6}$ ⟹ $X = 1 \times 10^{-3} = [H^+]$

$\therefore pH = -\log [H^+]$

$= -\log 1 \times 10^{-3}$ pH = 3

ملاحظة // 1 / أضافة حامض أو ملح حامضي للماء المقطر تقلل من قيمة pH .

2 / اضافة قاعدة أو ملح قاعدي للماء المقطر تزيد من قيمة pH .

س 2 // وضع (0.5 L) من محلول أحد الأملاح تركيز $[OH^-]$ فيه (1×10^{-9}) جد عدد مولات الملح المذاب اذا كان ثابت تفكك الألكتروليت الضعيف المشتق منه الملح يساوي (2×10^{-5}) .

الحل // $[OH^-] = 1 \times 10^{-9}$ M

$$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1\times10^{-9}} = 1 \times 10^{-5} > 1 \times 10^{-7}$$

∴ الملح حامضي (ملح حامضي قوي + قاعدة قوية).

$$[H^+] = \sqrt{C \times \frac{Kw}{Kb}}$$

بالتربيع $1 \times 10^{-5} = \sqrt{C \times \frac{1\times10^{-14}}{2\times10^{-5}}}$

$$1 \times 10^{-10} = C \times 0.5 \times 10^{-9}$$

تركيز الملح $C = \frac{1\times10^{-10}}{5\times10^{-10}} = 0.2$ M

عدد مولات الملح $M = \frac{n}{V_{(L)}}$ $0.2 = \frac{n}{0.5}$ ∴ n = 0.1 mol

س // الأس الهيدروجيني لمحلول أحد الاملاح = 4 و ثابت التحلل الموجب للملح = 1×10^{-16}) أحسب تركيز الملح

الحل // ∴ الملح حامضي

$pH = 4 < 7$

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-4}$ M

الأيون الموجب $Kh = \frac{Kw}{Kb}$

$1 \times 10^{-6} = \frac{1\times10^{-1}}{Kb}$

$Kb = 1 \times 10^{-8}$

$[H^+] = \sqrt{C \times \frac{Kw}{Kb}}$

$1 \times 10^{-8} = \sqrt{C \times \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-8}}}$ بالتربيع

$1 \times 10^{-8} = C \times 1 \times 10^{-6}$

$C = \frac{1\times10^{-8}}{1\times10^{-6}} = 1 \times 10^{-2} = 0.01$ M (تركيز الملح)

أسئلة * واجب

مثال (3 – 10) ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم ؟ اذا علمت أن ثابت تفكك حامض الخليك $(Ka(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5})$ و ثابت الحاصل الأيوني للماء $(Kw = 1 \times 10^{-14})$

واجب

مثال (3 – 11) أحسب قيمة pH لمحلول ملح خلات الصوديوم تركيزه (0.01 M) في درجة 25C° علماً أن قيمة $(Ka(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5})$.

واجب

مثال (3 – 12) كم هي قيمة pHمحلول كلوريد الأمونيوم تركيزه (0.2 M)اذا علمت أن قيمة ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $(Kb(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5})$.

واجب

س // ما عدد مولات بروميد الأمونيوم الواجب أضافتها الى (0.5 L) من الماء المقطر لتغير pH الماء المقطر بمقدار (2) . علماً أن $(Kb(NH_3) = 2 \times 10^{-5})$. (ج // 0.1 mol)

واجب

س8 // أحسب pH في المحلول المائي لملح نترات الباريوم تركيزه (1 M) ؟

واجب

س10 //

ما تركيز كلوريد الأمونيوم التي عند أضافة (10 ml) منها الى نصف لتر من الماء المقطر تتغير pH الماء المقطر بمقدار وحدة واحدة علماً أن ($Kb(NH_3) = 1 \times 10^{-5}$) .

الحل // كلوريد الأمونيوم مضاف الى الماء المقطر — الماء المقطر pH = 7

لحساب تركيز الملح نحسب pH المحلول: pH = 7 – 1 = 6

بعد الأضافة و منها نحسب [H⁺] للملح:

$\therefore [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-6}$ M

.. المضاف ملح حامضي و منها نحسب وحدة واحدة

لمحلول الملح: $[H^+] = \sqrt{C \times \frac{Kw}{Kb}}$

$1 \times 10^{-6} = \sqrt{C \times \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-5}}}$

بالتربيع

$1 \times 10^{-12} = C \times 1 \times 10^{-9}$

$C = \frac{1\times10^{-12}}{1\times10^{-9}} = 1 \times 10^{-3}$ M (تركيز الملح بعد التخفيف)

لأيجاد تركيز الملح قبل الأضافة (التخفيف)

$M_1V_1 = M_2V_2$

$M_1 \times \frac{10}{1000} = 1 \times 10^{-3} \times (0.5 + \frac{10}{1000})$

$M_1 \times 0.01 = 1 \times 10^{-3} \times 0.51$

$M_1 = 0.051$ M تركيز الملح الأبتدائي

ملاحظة // 1/ المواد الحامضية تقلل من pH الماء المقطر .

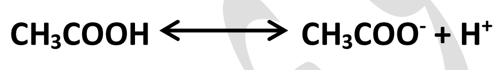
2/ المواد القاعدية ترفع من pH الماء المقطر .

س 11 //

أحسب pH لمحلول خلات الصوديوم تركيزه (0.2 m) علماً أن pH لمحلول (0.1 m) حامض الخليك تساوي (3) .

الحل //

لحساب pH الملح القاعدي تحتاج الى (Ka)



$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$

0.1	0	0
0.1 – x	x	x

pH = 3

$[H^+] = 1 \times 10^{-pH}$

$= 10^{-3}$ m = x

$Ka = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$

$Ka = \frac{x^2}{0.1 - x}$ تهمل

$Ka = \frac{(1\times10^{-3})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-5}$

$[OH^-] = \sqrt{C \times \frac{Kw}{Ka}}$

$[OH^-] = \sqrt{0.1 \times \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-5}}}$

$[OH^-] = \sqrt{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-5}$ M

$pOH = -\log[OH^-] = -\log 1 \times 10^{-5} = 5$

pH + pOH = 14

pH = 14 – 5 = 9

س 12 //

لتر من محلول يحتوي (0.2 mol) من حامض الخليك pH له تساوي (2.7) أحسب pH لمحلول (0.2 m) خلات الصوديوم ؟

الحل // في هذا النوع من الاسئلة المشترك بين المحلولين هو ثابت التفكك

$$CH_3COOH \longrightarrow CH_3COO^- + H^+$$

CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
0.2	0	0
0.2 – x	x	x

$M = \frac{n}{v(l)}$

$= \frac{0.2}{1\ L} = 0.2\ M$

$pH = -\log [H^+]$

$-2.7 = \log [H^+]$

$-2.7 + 3 - 3 = \log [H^+]$

$0.3 - 3 = \log [H^+]$

$\therefore [H^+] = 2 \times 10^{-3} = X$



$\therefore Ka = \frac{x2}{0.2-x}$

$Ka = \frac{(2\times10^{-3})^2}{0.2} = 2 \times 10^{-5}$

$[OH^-] = \sqrt{C \times \frac{Kw}{Ka}}$

$[OH^-] = \sqrt{0.2 \times \frac{1\times10^{-14}}{2\times10^{-5}}} = \sqrt{1 \times 10^{-10}}$

$\therefore [OH^-] = 1 \times 10^{-5}$

$poH = -\log 1 \times 10^{-5} = 5$

$pH = 9$

س 14 // أحسب عدد غرامات KCN الواجب اذابتها في لتر من الماء لتتغير قيمة pH بمقدار (4) وحدات علماً أن ($Ka(HCN)=5 \times 10^{-10}$) و كتلة المول الواحد من الملح تساوي (65 g / mol) ؟ (ج / 3.25)



س 15 // محلول لحامض (HA) حجمه لتر بتركيز (0.2 m) و درجة تفككه المئوية (1%) . ولتر من محلول (NaA) بتركيز (0.2 m) , أحسب pH لمحلول الحامض, ثم أحسب pH لمحلول الملح ؟ (ج // 2.7 , 9)

سادساً // تأثير الايون المشترك

ما هو الأيون المشترك ؟

هو ايون ناتج من تفكيك الكتروليت قوي والذي يشابه احد ايونات الكتروليت ضعيف موجود معه في نفس المحلول .

تأثير الأيون المشترك :-هي ضاهرة تقليل تفكك الاكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الأكتروليت الضعيف في نفس المحلول .

انواع الايون المشترك:-

1) حامض ضعيف + ملحه

$CH_3COOH \longleftrightarrow$ CH_3COO^- $+ H^+$

$CH_3COOK \longrightarrow$ CH_3COO^- $+K^+$

الأيون المشترك

2) قاعدة ضعيفة + ملحها

$NH_3+H_2O \longleftrightarrow$ NH_4^+ $+OH^-$

$NH_4CL \longrightarrow$ NH_4^+ $+CL^-$

الأيون المشترك

((للأطلاع))

3) حامض ضعيف + حامض قوي

$HCN \longleftrightarrow$ H^+ $+CN^-$

$HCL \longrightarrow$ H^+ $+CL^-$

الأيون المشترك

يهمل $[H^+]$ القادم من الضعيف

4) قاعدة ضعيفة + قاعدة قوية

$NH_3+ H_2O \longrightarrow NH_4^+ +$ OH^-

$KOH \longrightarrow K^+ +$ OH^-

الأيون المشترك

يهمل $[OH^-]$ القادم من الضعيف

علل// تزداد PH لحامض ضعيف عند اضافة احد املاحه اليه ؟

الحل:-

$HA \longleftrightarrow H^+ + A^-$ ح . ض

$NaA \longrightarrow Na^+ + A^-$

ملح الحامض — ايون مشترك

عند اضافة ملح حامض ضعيف الى حامض ضعيف يتكون ايون مشترك يعمل على تقليل تفكك الألكتروليت الضعيف من خلال ازاحة موضع الاتزان بالاتجاه الخلفي فيقل تركيز ايون الهيدروجين وتزداد pH المحلول .

علل// يقل تفكك الكتروليت ضعيف عند اضافة احد املاحه ؟

علل// تقل pH في محلول قاعدة ضعيفة عند اضافة احد املاحها ؟



مثال (3 – 13)

ما التأثير الذي تحدثه اضافة (8.2 g) (0.1 mol) من خلات الصوديوم (CH_3COONa) الى لتر من محلول حامض الخليك بتركيز (0.1 mol /L) على تركيز ايون H^+ عند (25 C°) ؟ علماً أن $ka (CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل //

$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$

Y	0.0	0.0
Y – x	x	x

نحسب $[H^+]$ قبل اضافة الملح

$$Ka = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1} \Longrightarrow X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$\therefore$ $X = 1.3 \times 10^{-3}$ M = $[H^+]$

في محلول حامض الخليك قبل اضافة الملح .

بعد اضافة ملح خلات الصوديوم الى حامض الخليك يتكون محلول يحتوي على ايون مشترك هو CH_3COO^-

$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$

Y	0	0
Y_X	X	X

$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$

0.1	0.1	0.1

ايون مشترك

يجب ان نجد تركيز الملح المضاف (CH_3COONa) اما بأستخدام الغرامات او بأستخدام المولات

m = M.V.M

$M = \frac{8.2\ g}{1 \times 82} = 0.1$ M $\therefore$ او $M = \frac{n}{V\ (L)} = \frac{0.1}{1L} = 0.1$ M

$$Ka = \frac{[H^+][CH^3COO^-]}{[CH^3COOH]} \qquad Ka = 1.8 \times 10^{-5} = \frac{X\ [X + 0.1\ ]}{0.1 - X -}$$

$1.8 \times 10^{-6} = 0.1$ X

$\therefore$ $X = 1.8 \times 10^{-5}$ M = $[H^+]$ يقلل

في محلول الحامض يعد اضافة ملح خلات الصوديوم وتكون الايون المشترك الذي عمل على تقليل تفكك الحامض فقل تركيز ايون الهيدروجين كما لاحظنا حيث

$[H^+]$ للحامض $= 1.8 \times 10^{-3}$ M

$[H^+]$ في الايون المشترك $= 1.8 \times 10^{-5}$ M

تمرين (3 – 12)

ما هو التأثير الناتج من اضافة(0.5 mol) او (26.75 y) من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر من محلول الامونيا بتركيز (0.1 m) على درجة تفكك القاعدة ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة ($kb = 1.8 \times 10^{-5}$) علما M لكلوريد الامونيوم 53.5 g/mol)

الحل // (قاعدة ضعيفة)

وزاري 2013

$$NH_3 \overset{H_2O}{\longleftrightarrow} NH_4^+ + OH^-$$

NH_3	NH_4^+	OH^-
0.1	0.0	0.0
0.1-X	X	X

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1 - X \text{ (تهمل)}} \Longrightarrow X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$\therefore X = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

(المتأين)

درجة التفكك = $\frac{\text{التركيز المتأين للقاعدة}}{\text{التركيز الابتدائي}}$

∴ درجة التفكك = $\frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1}$

درجة التفكك = 1.3×10^{-2}

بعد اضافة كلوريد الامونيوم (NH_4CL) الى الامونيا يتكون محلول ايون مشترك

$$NH_3 \overset{H_2O}{\longleftrightarrow} NH_4^+ + OH^-$$

NH_3	NH_4^+	OH^-
0.1	0.0	0.0
0.1 – x	x	x

$$NH_4CL \longrightarrow NH_4^+ + CL^-$$

NH_4CL	NH_4^+	CL^-
0.5	0.5	0.5

ايون مشترك

يجب ان نجد تركيز كلوريد الامونيوم

اولاً اما من المولات او الغرامات

$$M = \frac{n}{v\,(l)} = \frac{0.5}{1L} = 0.5 \text{ M}$$

او

$$m = M.V.M$$

$$M = \frac{26.75}{1 \times 53.5} = 0.5 \text{ M}$$

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{NH_3}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(0.5+X)(X)}{0.1 - X \leftarrow \text{تهمل}}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = 5X \Longrightarrow X = 3.6 \times 10^{-6} \quad M = [OH^-]$$

المتأين بعد اضافة الملح (في محلول الايون المشترك)

درجة التفكك = $\frac{\text{التركيز المتأين}}{\text{التركيز الابتدائي}}$ درجة التفكك = $\frac{3.6 \times 10^{-6}}{0.1}$

∴ درجة التفكك = 3.6×10^{-5} اقل

بعد اضافة الملح

درجة التفكك = $\frac{1.3 \times 10^{-2}}{3.6 \times 10^{-5}}$ = 360

∴ تقل درجة التفكك بمقدار

∴ من هذه الامثلة والتمارين نستنتج تأثير الايون المشترك .

س// ما هو تأثير الايون المشترك ؟

1) يقلل من الحامضية من خلال تقليل $[H^+]$
2) يقلل من القاعدية من خلال تقليل $[OH^-]$
3) يقلل من درجة تفكك والنسبة المئوية للتفكك للأكتروليت الضعيف

س // PH المحلول (0.01 M) من الفينول تساوي 6 احسب درجة تأينه عند تركيز (0.04 M) وما تأثير اضافة (0.02 M) من فينولات الصوديوم على قيمة PH للمحلول , وعلى درجة التأين ؟



قوانين الأيون المشترك

1) محلول قاعدة ضعيفة + ملحها

$$NH_3 \xleftrightarrow{H_2O} NH_4^+ + OH^-$$

$$NH_4CL \longrightarrow NH_4^+ + CL^-$$

ايون مشترك

$$POH = PKb + Log \frac{[salt}{[bas}$$

حيث base (القاعدة)

salt(الملح)

$$[\,OH^-\,] = Kb \times \frac{[\,base\,]}{[\,salt\,]}$$

ملاحظة :- اشتقاق هذا القانون موجود في الكتاب .

---

2) محلول حامض ضعيف + ملحه

$$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$$

$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

ايون مشترك

salt (الملح)

حيث acid (الحامض)

$$PH = Pka + log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$[\,H^+\,] = Ka \times \frac{[\,acid\,]}{[\,salt\,]}$$

تمرين (3 – 13)

احسب قيمة الأس الهيدروجيني (PH) لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.15 mol / L و NH_4CL بتركيز 0.3mol/ L وقارن النتيجة مع قيمة PH محلول الامونيا ذي تركيز 0.15 M علما ان pkb = 4.74 .

وزاري 2013 تمهيدي

الحل //

(محلول منظم)

قاعدة ضعيفة وملحها

$$NH_3 \xleftrightarrow{H_2O} NH_4^+ + OH^-$$

$$NH_4CL \longrightarrow NH_4^+ + CL^-$$

ايون مشترك

$$POH = pkb + \log\frac{[salt]}{[bast]}$$

$$POH = 4.74 + \log\frac{0.3}{0.15}$$

$$POH = 4.74 + \log 2$$

$$POH = 4.74 + 0.3 = 5.04$$

$$PH + POH = PKW = 14$$

$$PH = 14-5.04 \Longrightarrow PH = 8.96$$

للمقارنة مع محلول الامونيا (NH_4) قاعدة ضعيفة

$$NH_3 \xleftrightarrow{H_2O} NH_4^+ + OH^-$$

Y	0.0	0.0
y-x	x	x

$$pkb = -\log kb$$

$$4.74 = -\log kb \Longrightarrow kb = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.15 - X\ (\text{تهمل})}$$

$$X^2 = 2.7 \times 10^{-6} \Longrightarrow X = 1.6 \times 10^{-3}\ M = [OH^-]$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log 1.6 \times 10^{-3} = -0.2 + 3 = 2.8$$

$$PH + POH = pkw$$

$PH + 2.8 = 14$ $\quad$ $PH = 11.2$ للامونيا

المقارنة :-

PH للأمونيا = 11.2

PH للمحلول المنظم = 8.96

نلاحظ ان قيمة PH للامونيا انخفضت بعد اضافة احد املاحها (NH_4CL) بسبب تكون ايون مشترك يعمل على تنشيط التفاعل الخلفي فيقل تفكك الامونيا فيقل $[OH^-]$ (المتأين) فتقل القاعدية ويقل PH .

تمرين (3 – 14)

ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز 0.3 mol / L اذا علمت ان قيمة PH المحلول كانت تساوي 4.31 ؟ علما ان $ka = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل //

$$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$$

محلول منظم (بفر)

$$CH_3COONA \longrightarrow CH_3COO^- + NA^+$$

(حامض ضعيف + ملحه)

$$Pka = -\log ka = -\log 1.8 \times 10^{-5} = -0.26 + 5 = 4.74$$

$$PH = pka + \log \frac{[sal}{[acid]}$$

$$4.31 = 4.74 + \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$-0.43 = \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$-0.43 + 1 - 1 = \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$0.57 - 1 = \log \frac{0.3}{[acid}$$

للتخلص من log نأخذ log المقابل للطرف الأخر

$$3.7 \times 10^{-1} = \frac{0.3}{[acid]}$$

$$[acid] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81\ M$$

مثال (3 – 14)

أحسب تركيز أيون H^+ و pH لمحلول مكون من مزيج من (0.1 M) حامض الخليك و (0.2 M) خلات الصوديوم علماً أن $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ ج// ($5.04 , 9\times10^{-6}$)



مثال (3 – 15)

ماذا يجب أن يكون تركيز كلوريد الأمونيوم في محلول يحتوي على أمونيا (Pkb = 4.74) بتركيز 0.1 M لتكون قيمة pH المحلول تساوي 9.0 ؟



س 4 //

محلول يتكون من (0.01M) أنيلين و(0.04 M) كلوريد الأنيلينيوم أحسب قيمة pH في المحلول علماً أن ($Kb = 4 \times 10^{-10}$) وهل تتغير قيمةpH اذا اصبح تركيز كلوريد الأنيلينيوم (0.01 M) (ج // 9.4 , 10)



واجب

سابعاً // محلول بفر

محلول بفر // هو محلول حامض ضعيف وملحه او قاعدة ضعيفة وملحها والذي يقاوم التغير في PH بعد إضافة حامض قوي او قاعدة قوية .

1) حامض ضعيف + ملحه

$$PH = Pka + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

A)) بعد إضافة حامض قوي

$$HCN \longleftrightarrow H^+ + CN^-$$
$$NaCN \longrightarrow Na^+ + CN^-$$
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

ايون ... حامض قوي

$$PH = Pka + \log \frac{[Salt] - [H^+]}{[Acid] + [H^+]}$$

(يقل) (يزداد)

B)) بعد إضافة قاعدة قوية

$$HCN \longleftrightarrow H^+ + CN^-$$
$$NaCN \longrightarrow Na^+ + CN^-$$
$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

ايون ... قاعدة قوية

$$PH = Pka + \log \frac{[Salt] + [OH^-]}{[Acid] - [OH^-]}$$

(يزداد) (يقل)

2) قاعدة ضعيفة + ملحها

$$PoH = Pkb + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

A)) بعد إضافة حامض قوي

$$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$$PoH = Pkb + \log \frac{[Salt] + [H^+]}{[base] - [H^+]}$$

B)) بعد إضافة قاعدة قوية

$$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

$$PoH = Pkb + \log \frac{[Salt] - [OH^-]}{[base] + [OH^-]}$$

كيفية حساب [H^+] للحامض القوي المضاف او تركيز [OH^-] للقاعدة القوية المضافة .

1) اذا كانت الإضافة بـ (المول) $M = \frac{n}{V}$

[OH^-] او [H^+]

2) اذا كانت الإضافة بـالغرامات $m = M . V . M$

[OH^-] او [H^+]

3) اذا كانت الإضافة تركيز مع حجم فنستخدم قانون التخفيف $M_1 V_1 = M_2 V_2$

[OH^-] او [H^+]

ملاحظة // اذا كان الحامض او القاعدة المضاف مثل ($Ba(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, H_2SO_4)
فيجب ان يضرب التركيز X 2

مثال (3 – 16) احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) بعد إضافة 1ml من حامض الهيدروليك تركيزه 10 M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز 0.1 M وخلات الصوديوم بتركيز 0.1 M علماً ان Pka = 4.74

الحل //

تركيز [H^+] للحامض المضاف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01\ M = [\ H^+\ ]$$

$$PH = Pka + \log \frac{[Salt] - [H^+]}{[Acid] + [H^+]}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.1 - 0.01}{0.1 + 0.01}$$

$$PH = 4.74 + \log \frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + \log 9 - \log 11$$

$$PH = 4.74 + (0.95 - 1.05)$$

$$PH = 4.74 - 0.10$$

$$PH = 4.64$$

تمرين (3 – 15) احسب قيمة الاس الهيديروجيني (PH)

أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1 M و كلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M

ب) لنفس محلول بفر لكن بعد إضافة 1mL من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ثم احسب مقدار التغير في PH وناقش النتيجة علماً Pkb = 4.74

الحل //

أ)) نحسب PH للأيون المشترك

$$PoH = Pkb + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH = 4.74 + \log\frac{0.1}{0.1}$$

$$POH = 4.74$$

$$PH = 14 - POH$$
$$= 14 - 4.74$$
$$PH_1 = 9.26$$

ب) بعد إضافة H_2SO_4 يتكون محلول بفر

تركيز [H^+] للحامض المضاف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01\ M$$

H_2SO_4	$\longrightarrow$	$2H^+$	$+ SO_4^{-2}$
0.01		0.0	0.0
0.0		0.02	0.01

$$[H^+] = 0.02\ M$$

$$POH = Pkb + \log\frac{[Salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$$

$$POH = 4.74 + \log\frac{0.1-0.02}{0.1-0.02}$$

$$POH = 4.74 + \log\frac{0.12}{0.08}$$

$$PH = 4.74 + \log 3 - \log 2$$

$$PH = 4.74 + (0.4 - 0.3)$$

$$PH = 4.84$$

$$PH_2 = 14 - POH$$
$$= 14 - 4.84 = 9.16$$

نحسب ΔPH

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$
$$= 9.16 - 9.26 \quad = -0.1$$

نلاحظ ان PH بعد إضافة الحامض قد قلت بمقدار قليل جداً بسبب وجود الايون المشترك .

س / احسب مقدار التغيير في PH بعد إضافة 0.01 M هيدروكسيد الصوديوم الى لتر من محلول بفر مكون من حامض خليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما (0.1 M) علماً ان

$\log 1.8 = 0.26$ $K_a = 1.8 * 10^{-5}$ $\log 3 = 0.477$ $\log 11 = 1.04$

الحل //

2014 دور ثالث

نحسب PH_1 قبل إضافة NaOH للأيون المشترك

(حامض ضعيف + ملحه)

$Pka = -\log Ka$

$= -\log 1.8 * 10^{-5}$

$= -(0.26 - 5)$

$= 4.74$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$PH = Pka + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

$= 4.74 + \log \frac{0.1}{0.1}$

$PH_1 = 4.74$

نحسب PH_2 بعد إضافة NaOH لمحلول بفر

تركيز $[OH^-]$ للقاعدة المضافة

$NaOH \longrightarrow$	Na^+	$+ OH^-$
0.01	0.0	0.0
0.0	0.01	0.01

انتبه !!!
لم يعطي في السؤال log 9 وانما اعطى log 3
$\log 9 = \log 3^2 = 2\log 3 = 2 * 0.477 = 0.954$

$PH_2 = Pka + \log \frac{[Salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$

$= 4.74 + \log \frac{0.1-0.01}{0.1+0.01}$

$= 4.74 + \log \frac{0.11}{0.09}$

$= 4.74 + \log 11 - \log 9$

$= 4.74 + (1.04 - 0.954)$

$PH_2 = 4.84$

نحسب ΔPH

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$= 4.826 - 4.74 \quad = 0.085$

التغير موجب لأن المضاف قاعدة

س /نصف لتر من محلول HCN 0.1 M و KCN 0.3 M احسب ΔPH عند إضافة 0.025 mol من H_2SO_4 علماً ان pka = 9.31 log 3 = 0.48

الحل // ΔPH = $PH_2 - PH_1$

نحسب PH_1 للأيون المشترك (حامض ضعيف + ملحه) قبل تضتفة H_2SO_4

وزاري
2015
تمهيدي

$$PH = Pka + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$= 9.31 + \log\frac{0.3}{0.1}$$

= 9.31 + log3

= 9.31 + 0.48

$PH_1 = 9.79$

نحسب PH_2 بعد إضافة H_2SO_4 محلول بفر

الإضافة بالمولات من حامض H_2SO_4

$$M_{H_2SO_4} = \frac{n}{v} = \frac{0.025}{0.5} = 0.05\ M$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{-2}
0.05	0.0	0.0
0.0	0.05 * 2	0.01
	0.1 M	

$$PH_2 = Pka + \log\frac{[Salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$

$$= 9.31 + \log\frac{0.3-0.1}{0.1+0.1}$$

$$= 9.31 + \log\frac{0.2}{0.2}$$

PH = 9.31

نحسب ΔPH

ΔPH = $PH_2 - PH_1$

= 9.31 – 9.79 = -0.48

القيمة سالبة لأن المضاف حامض

س /

احسب ΔPH بعد إضافة (0.01 M) H_2SO_4 الى محلول بفر مكون من حامض الخليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما (0.1 M) علماً ان $Ka = 1.8 * 10^{-5}$

log 1.8 = 0.26 log 3 = 0.477 Log 2 = 0.3 (ج // 0.177 -)



2015
دور اول



س /

احسب ΔPH بعد إضافة (0.025 M) محلول $Ba(OH)_2$ الى لتر من محلول مكون من 0.1 M NH_3 و 0.3 M NH_4Cl علماً ان $Kb = 2 * 10^{-5}$

Log 2 = 0.3 log 3 = 0.477 log 1.6 = 0.2

الحل // نحسب PH_1 للأيون المشترك

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

(قاعدة ضعيف + ملحها) قبل إضافة $Ba(OH)_2$

$POH = Pkb + \log \frac{[salt]}{[base]}$

$= 4.7 + \log \frac{0.3}{0.1}$

$= 4.7 + \log 3$

$= 4.7 + 0.47$

$POH = 5.17$

Pkb = -log Kb

$= - \log 2 * 10^{-5}$

$= - (0.3 - 5)$

$= 4.7$

2015
دور ثاني

$PH_1 = 14 - POH$ $= 14 - 5.17$ $= 8.83$

نحسب PH_2 بعد إضافة $Ba(OH)_2$ لمحلول بفر

$POH = Pkb + \log \frac{[Salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$

$= 4.7 + \log \frac{0.3-0.05}{0.1-0.05}$

$= 4.7 + \log \frac{0.25}{0.15}$

$= 4.7 + \log 1.6$

$= 4.7 + 0.2$

$POH = 4.9$

$PH_2 = 14 - POH$

$= 14 - 4.9$ $= 9.1$

نحسب تركيز $[OH^-]$ للقاعدة المضافة

$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^+ + 2OH^-$

$Ba(OH)_2$	Ba^+	$2OH^-$
0.025	0.0	0.0
0.0	0.025	0.025 * 2
		= 0.05 M

نحسب ΔPH

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$= 9.1 - 8.83$ $= 0.27$

القيمة موجبة لأن المضاف قاعدة

س // احسب قيمة PH

1) لتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم بتركيز (0.1 M) لكل منهما .

2) بعد إضافة (2ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (5 M)

ثم احسب ΔPH علماً ان $Kb = 1.8 * 10^{-5}$ log1.8 = 0.26 log3 = 0.477 log11 = 1.04

الحل// (قاعدة ضعيف + ملحها) قبل إضافة $Ba(OH)_2$

$$Pkb = -\log Kb$$
$$= -\log 1.8 * 10^{-5}$$
$$= -(0.26 - 5)$$
$$= 4.74$$

$$POH = Pkb + \log\frac{[salt]}{[base]}$$
$$= 4.7 + \log\frac{0.1}{0.1}$$
$$POH = 4.74$$
$$= 4.7 + 0.47$$
$$POH = 5.17$$

2016
دور اول

$$PH_1 = 14 - POH \qquad = 14 - 4.74 \qquad = 9.26$$

2) نحسب بعد إضافة NaOH يتكون محلول بفر

تركيز $[OH^-]$ للقاعدة المضافة

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$
$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$
$$M_2 = 0.01\ M = [OH^-]$$

$$POH = Pkb + \log\frac{[Salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$$
$$= 4.74 + \log\frac{0.1-0.01}{0.1+0.01}$$
$$= 4.74 + \log\frac{0.09}{0.11}$$
$$= 4.74 + \log 9 - \log 1$$
$$= 4.74 + (0.954 - 1.04)$$
$$= 4.74 - 0.086$$
$$POH = 4.654$$

انتبه !!!
لم يعطي في السؤال log 9 وانما اعطى log 3
$$Log9 = \log 3^2 = 2\log 3 = 2 * 0.477 = 0.954$$

نحسب ΔPH

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$
$$= 9.35 - 9.26 \qquad = 0.09$$

القيمة موجبة لأن المضاف قاعدة

س // لتر من محلول يحتوي على 0.04 M حامض ضعيف و 0.02 M ملحه ماعدد مولات $Ca(OH)_2$ اللازم اضافتها الى المحلول لتصبح PH تساوي 5.3

log 2 = 0.3 , Pka = 5

الحل //

$$PH = Pka + \log\frac{[Salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$5.3 = 5 + \log\frac{0.02+ OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$5.3 - 5 = \log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$0.3 = \log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$\log 2 = \log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$



$$0.02 + [OH^-] = 0.08 - 2[OH^-]$$

$$3[OH^-] = 0.06$$

$$[OH^-] = \frac{0.06}{3} = 0.02\ M$$

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$$

y	0	0
0	y	2y

$$[OH^-] = 2y$$

$$Y = \frac{[OH^-]}{2} = \frac{0.02}{2}$$

$= 0.01\ M = [Ca(OH)_2]$

$= 0.01$ mol لأن v = 1L

س /احسب قيمة PH

1) للتر من محلول بفر يتكون من 0.1 M حامض الخليك و 0.1 M خلات الصوديوم

2) لنفس المحلول بعد إضافة (1g) من NaOH (M = 40 g/mol) الى لتر من المحلول

3) احسب ΔPH ثم ناقش النتائج

علماً $Ka = 2 * 10^{-5}$ log 1.6 = 0.2 log 2 = 0.3 (ج // ΔPH = 0.2)

س / لتر من محلول امونيا دالته الحامضية 11 ودرجة تفكك الامونيا فيه 0.02 احسب



1) PH بعد إضافة NH_4Cl 0.1 mol (ج // 9)

2) PH بعد إضافة KOH 0.05 mol الى المحلول المتكون اولاً (ج // 9.6)



محاليل الحالات الخاصة (محاليل التعادل) :-

هي محاليل تنشأ من خلط او اضافة او تفاعل مادتين لايتكون بينهما ايون مشترك بشرط ان يكون الناتج المتكون من خلط هذه المحاليل ضمن ما درسناه من محاليل وهي : (الحوامض الضعيفة , القواعد الضعيفة , الاملاح المتعادلة , الاملاح القاعدية , الاملاح الحامضية , محاليل البفر) وتحسب PH لهذه المحاليل حسب ما درسناه في هذا الفصل بعد تحليل نوع المحلول الناتج .

انواع محاليل التعادل :-

الناتج

1) حامض قوي + قاعدة قوية ⟵ ملح متعادل
2) قاعدة قوية + حامض ضعيف ⟵ ملح قاعدي
3) حامض قوي + قاعدة ضعيفة ⟵ ملح حامضي
4) قاعدة قوية + ملح حامضي ⟵ قاعدة ضعيفة
5) حامض قوي + ملح قاعدي ⟵ حامض ضعيف

ملاحظات :-

1) في اسئلة التعادل بين مادتين يجب المقارنة بين كميات المادتين لان المحلول الناتج يعتمد على كمية المادة الاكبر .
2) اذا كان حجم المحلول واحد لتر فيمكن المقارنة بالتراكيز المولارية . اما اذا كان لكل مادة حجم سواء ب(ml) او باللتر فيجب المقارنة بالكميات (المولات والملي مولات) وليس بالتراكيز المولارية .
3) يمكن عدم تحويل الحجم من وحدة (ml) الى وحدة (L) في هذه الاسئلة (حسب حل المنهج) على اعتبار ان $\frac{mol}{L} = \frac{mmol}{ml}$

1) حامض قوي + قاعدة قوية :

هذا النوع من تفاعلات التعادل ينتج ملح متعادل وماء ويمكن تحديد هوية هذا المحلول حسب كمية كل من الحامض القوي والقاعدة القوية

A) اذا كانت كمية الحامض مساوية لكمية القاعدة فالمحلول الناتج متعادل و((PH= 7)).

B) اذا كانت كمية الحامض اكبر من كمية القاعدة فأن المحلول حامضي ويمكن حساب $[H^+]$ الزائد في المحلول من العلامة للقاعدة $[OH^-]$ - للحامض $[H^+]$ = الزائد (المتبقي) $[H^+]$.

C) اذا كانت كمية القاعدة اكبر من كمية الحامض فأن المحلول قاعدي ويمكن حساب $[OH^-]$ الزائد او المتبقي في المحلول من العلاقة للحامض $[H^+]$ - للقاعدة $[OH^-]$ = الزائد $[OH^-]$

مثال// احسب PH لمحلول ناتج من مزج 20ml من 0.01M من حامض الهيدروكلوريك مع 10mLمن 0.02 M هيدروكسيد البوتاسيوم ؟

الحل// التفاعل تفاعل تعادل حامض قوي قاعدة قوية

$HCL \longrightarrow H^+ + CL$ M.V 0.01 x 20 = 0.2 mmol

$NaOH \longrightarrow NA^+ + OH^-$ M.V 0.2 x 10 = 0.2 mmol

0.2 x 10 = 0.2 mmol

∴ كمية الحامض = كمية القاعدة فالمحلول متعادل

للقاعدة $[OH^-]$ = للحامض $[H^+]$ pH = 7 ∴ المحلول

س // احسب قيمة PH لمحلول ناتج من مزج (0.02 M) حامض هيدرويوديك مع (0.01M) هيدروكسيد الصوديوم في وعاء حجمه لتر ؟

الحل // التفاعل من نوع تعادل (حامض – قاعدة)

∴ الحجم = (1L) ∴ لانحتاج للمقارنة بالمولات وانما نقارن بالتراكيز المولارية

$HI \longrightarrow H^+ + I^-$

0.02 0.0 0.0

0.0 0.02 0.02

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

0.01 0.01 0.01

كمية الحامض > كمية القاعدة

∴ $[H^+]$ الحامض > $[OH^-]$ للقاعدة ∴ المحلول حامضي

$[H^+]$ الزائد = $[H^+]$للحامض - $[OH^-]$ للقاعدة

$[H^+]$ الزائد + 0.02 – 0.01 = 0.01M

$PH = - \log [H^+] = - \log 0.01 = -\log 1 \times 10^{-1} = 1$

س/ تم خلط 50mol من 0.1M هيدروكسيد الصوديوم مع 100ml من 0.1M حامض الهيدروبروميك في اناء واحد جد قيمة PH المحلول الناتج بعد الخلط . (واجب)

---

2) حامض ضعيف + قاعدة قوية

هذا النوع من تفاعلات التعادل بين حامض ضعيف وقاعدة قوية يعطي ملح قاعدي ويمكن حساب PH للمحلول حسب كمية الحامض والقاعدة :-

A / اذا كانت كمية الحامض الضعيف والقاعدة القوية متساوية فأن المحلول الناتج ملح قاعدي ولايوجد متبقي لذا نحسب PH المحلول حسب قوانين الملح القاعدي

$KOH + HCN \longrightarrow KCN + H_2O$

0.1mol 0.1mol 0.1mol

ملح قاعدي

[KOH] = [HCN] = [KCN]

ويحسب PH من قانون الملح القاعدي

$[OH] = \sqrt{C \times \frac{KW}{KA}}$ اما

$PH = \frac{1}{2} [pkw + pka + \log C]$ او

B / اذا كانت كمية الحامض الضعيف اكبر من كمية القاعدة القوية فيتكون محلول منظم يحوي ايون مشترك ناتج بين الملح المتكون والحامض المتبقي في المحلول

$$KOH + HCN \longrightarrow KCN + H_2O$$

KOH	HCN	KCN	H_2O
0.1mol	0.2mol	0.0	0.0
−0.1	−0.1	+0.1	
0.0	0.1mol	0.1mol	

حامض ضعيف ايون مشترك ملحه

محلول بفر

ويجب PH المحلول حسب قانون البفر (حامض ضعيف + ملحه) $PH = Pka + \log \frac{[sal]}{[aci]}$

س / 250ml من 0.1M هيدروكسيد البوتاسيوم اضيف الى 250ml من 0.4M حامض الخليك جد $[H^+]$ للمحلول الناتج بعد الاضافة علماً ان $KA = 1 \times 10^{-5}$

واجب 2012 وزاري

3) قاعدة ضعيفة + حامض قوي

هذا النوع من تفاعلات التعادل يعطي ملح حامضي ويحسب PH لهذا المحلول الناتج حسب كمية الحامض والقاعدة :-

A / اذا كانت كمية الحامض = كمية القاعدة فالناتج ملح حامضي ولايوجد متبقي وتحسب PH حسب قوانين الملح الحامضي الناتج

$$NH_3 + HCL \xrightarrow{H_2O} NH_4CL + H_2O$$

0.3mol 0.3mol 0.3mol

$$[NH_3] = [HCL] = [NH_4CL]$$

وتحسب PH المحلول حسب قوانين الملح الحامضي

اما $[H^+] = \sqrt{C \times \frac{KW}{Kb}}$

او $PH = \frac{1}{2}[pkw = pkb - \log c]$

B / تكون محلول ايون مشترك (بفر)

4) حامض قوي + ملح قاعدي

$$HCL + NaCN \longrightarrow HCN + NaCL$$

(حامض ضعيف)

A / اذا كانت كميات الملح والحامض متساوية فالناتج حامض ضعيف ويحسب PH المحلول من قانون الحامض الضعيف الناتج

B / اذا كانت كمية الملح اكبر من كمية الحامض فيتكون محلول ايون مشترك بين الحامض الضعيف الناتج والملح المتبقي ويحسب PH للمحلول من قانون بفر (حامض ضعيف + ملحه)

5) قاعدة قوية + ملح حامضي

$NaOH + NH_4CL \longrightarrow NH_3 + NaCL + H_2O$

A / اذا كانت كمية الملح والحامض متساوية فالناتج قاعدة ضعيفة ويحسب PH من قانون القاعدة الضعيفة الناتجة .

B / اذا كانت كمية الملح اكبر من كمية القاعدة فيتكون محلول بفر بين القاعدة الضعيفة المتكونة والملح المتبقي ويحسب PH من قانون البفر (قاعدة ضعيفة + ملحها)

س / احسب ΔPH بعد إضافة (20 ml) من (0.2 M) حامض خليك الى (20 ml) من (0.1 M) NaOH علماً ان $Ka = 1.8 * 10^{-5}$ (log 1.8 = 0.25)

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

PH_1 للقاعدة القوية NaOH

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

0.2   0   0

0   0.2   0.2 M

$PoH = - \log [OH^-]$

$= - \log 2 * 10^{-1}$

$= - (0.3 - 1)$

$= 0.7$

$PH_1 = 14 - POH$

$= 14 - 0.7$

$PH_1 = 13.3$

PH_2 للمحلول بعد المزج

CH_3COOH	NaOH
$M_1 V_1 = M_2 V_2$	$M_1 V_1 = M_2 V_2$
$0.2 * 20 = M_2 * 40$	$0.1 * 20 = M_2 * 40$
$M_2 = \frac{4}{40} = 0.1$ M	$M_2 = \frac{2}{40} = 0.05$ M

$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$

0.1   0.05   0

0.05   0   0.05

ايون مشترك

$Pka = - \log Ka$

$= - \log 1.8 * 10^{-5}$

$= - (0.25 - 5)$

$= 4.75$

$PH = Pka + \log \frac{[salt]}{[aci\ ]}$

$= 4.75 + \log \frac{0.0.5}{0.05}$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$= 4.75 - 13.3 = -8.55$

س // احسب ΔPH بعد إضافة (20 ml) من (0.1 M) NaOH الى (20 ml) من (0.2 M) حامض خليك $Ka = 2 * 10^{-5}$ log 2 = 0.3 log 1.8 = 0.26

الحل //

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

PH_1 للحامض الضعيف

$$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$$

0.2	0	0
0.2 – X	x	x

$Ka = \frac{x^2}{y}$ $\quad 2 * 10^{-5} = \frac{x^2}{2*10^{-1}}$

$X^2 = 4 * 10^{-6}$ $\quad \sqrt[2]{\ }$

$X = 2 * 10^{-3}$ M $= [H^+]$

$PH = - \log [H^+]$

$= - \log 2 * 10^{-3}$

$= - (0.3 – 3)$

$PH_1 = 2.7$

CH_3COOH	NaOH
$M_1 V_1 = M_2 V_2$	$M_1 V_1 = M_2 V_2$
$0.2 * 20 = M_2 * 40$	$0.1 * 20 = M_2 * 40$
$M_2 = \frac{4}{40} = 0.1$ M	$M_2 = \frac{2}{40} = 0.05$ M

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

0.1	0.05	0
0.05	0	0.05

ايون مشترك

$PH_2 = Pka + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

$Pka = - \log Ka$

$= - \log 1.8 * 10^{-5}$

$= - (0.26 – 5)$

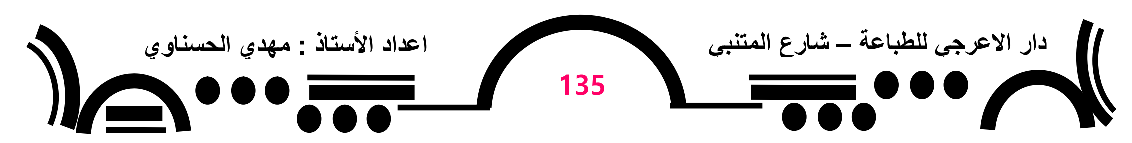
$= 4.74$

$PH_2 = 4.74 + \log \frac{0.05}{0.05}$

$PH_2 = 4.74$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$= 4.74 – 2.7 = 2.04$



الذوبانية و ثابت حاصل الذوبان

تم تصنيف المواد حسب ذوبانيتها في بداية الفصل و قد أشرنا الى المواد الشحيحة الذوبان و التي تخضع عملية ذوبانها في الماء الى حالة اتزان تنشأ بين الجزء الصلب (الغير ذائب) و بين الأيونات الناتجة من تفككه .

$$CaCO_3 \longleftrightarrow Ca^{+2} + CO_3^{-2}$$

المادة الشحيحة (الغير متفككة) — اتزان — المادة المتفككة (الأيونات المتفككة الذائبة)

الذوبانية المولارية :- هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة عند الأتزان بين المادة الصلبة و محلول المادة و يرمز للذوبانية المولارية بالرمز (S) .

ثابت حاصل الذوبانية " Ksp "

هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الأتزان) للأيونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلاً الى أس مساوٍ لعدد المولات في المادة .

$$AgCl \longleftrightarrow Ag^{+} + Cl^{-}$$

راسب صلب (غير ذائب) — ذائب S — ذائب S

$Keq = \frac{[Ag^{+}][Cl^{-}]}{AgCl}$

AgCl مادة صلبة غير ذائبة
تركيزها ثابت = 1
التوازن هو توازن ذوبان
لذا نكتب العلاقة بالشكل التالي

$K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$

$K_{sp} = S \times S$

$= S^2$

$$Ca_3(PO_4)_2 \longleftrightarrow 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-}$$

3S — 2S

$K_{sp} = [Ca^{+2}]^3 [\ PO_4\ ]^2$

$= (\ 3S\ )^3 \times (\ 2S\ )^2$

$K_{sp} = 108\ S^2$

علل // تختلف المواد في قابلية ذوبانها في الماء ؟

ج // تختلف المواد في قابلية ذوبانها أعتماداً على الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الأواصر الرابطة بين الأيونات المكونة و الطاقة الناتجة لأنتشار هذه الأيونات في الماء ؟

س // علام تعتمد قابلية ذوبان أي مادة أيونية في الماء ؟

ج // تعتمد قابلية ذوبان المواد الأيونية في الماء على الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الأواصر الرابطة بين الأيونات المكونة للمادة و مقدار ما ينتج من طاقة نتيجة أنتشار الأيونات في الماء .

س أكتب علاقة ثابت حاصل الذوبان للأملاح الشحيحة التالية :-

1// $BaSO_4$ — 3 // $Zn(OH)_2$ — 5 // $Fe(OH)_3$

2 // $PbSO_4$ — 4 // CaF_2 — 6 // $AgCrO_4$



و تحسب الذوبانية المولارية بـ (mol / L) .

أما الذوبانية الغرامية فتحسب بـ (g / l) .

و لتحويل الذوبانية الغرامية الى ذوبانية مولارية تستخدم العلاقة :

الذوبانية المولارية للمادة = $\frac{\text{الذوبانية الغرامية للمادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}}$ أو $\frac{g}{L} = S . M$

" ملاحظة مهمة "

يمكن التعرف على الملح الشحيح الذوبان من وجود التعابير التالية (ثابت حاصل الذوبان , محلول مائي مشبع , الذوبانية المولارية , حالة الأشباع) .

تمرين (3 – 17)

أحسب الذوبانية المولارية بدلالة (g / l) لملح كلوريد الفضة (M = 143.5 g / mol) في محلوله عند حالة الأتزان اذا علمت أن $K_{sp}(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$

الحل //

$$AgCl \longleftrightarrow Ag^+ + Cl^-$$

S S

$K_{sp} = [Ag^+] [Cl^-]$

$K_{sp} = S \times S$

$1.8 \times 10^{-10} = S^2$

$S = 1.34 \times 10^{-5}$ M

الذوبانية (g/L) $= S \times M$

الذوبانية (g / L) $= 1.34 \times 10^{-5} \times 143.5$

$= 1.93 \times 10^{-3}$ g / L

تمرين (3 – 16) اذا علمت أن لتر واحد من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M = 332 g / mole) يحوي (0.0215 g) من الملح . أحسب ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح ؟

الحل //

$$Ag_2CrO_4 \longleftrightarrow 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$$

لتر واحد من المحلول المشبع يحوي على (0.0215 g)

$S (M) = \frac{S(\frac{g}{l})}{M}$

$S (M) = \frac{0.0215 \frac{g}{L}}{332 \frac{g}{mol}}$

$= 6.47 \times 10^{-5}$ mol / L

$K_{sp} = [Ag^+]^2 \times [CrO_4^{-2}]$

$= (2S)^2 \times (S)$

$K_{sp} = (2 \times 6.47 \times 10^{-5})^2 \times (6.47 \times 10^{-5})$

$= 1.1 \times 10^{-12}$

مثال (3 – 18)



أحسب قيمة ثابت حاصل الذوبان K_{sp} لملح كبريتات الباريوم أذا علمت أن لتر واحد من محلوله المائي المشبع يحوي (0.0025 g) من ملح ($BaSO_4$) الذائب

س //
وجد أن قيمة ثابت حاصل الذوبان للمحلول المائي المشبع لـ CaF_2 تساوي 32×10^{-12} أحسب :-
1 // الذوبانية المولارية للملح
2 // الذوبانية الغرامية علماً أن ($M\ CaF_2 = 78\ g / mol$)

واجب

الحاصل الأيوني :- حاصل ضرب التراكيز المولارية لأيونات الملح الشحيح .
هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للأيونات في المحلول المائي الشحيح الذوبان كل منها مرفوع الى أس يمثل عدد المولات في المادة و يقارن مع ثابت حاصل الذوبان لتحديد حصول الترسيب أم لا .

و يستفاد من الحاصل الأيوني في تحديد حصول عملية الترسيب

1 // أذا كان الحاصل الأيوني > K_{sp} (يحصل ترسيب)
2 // أذا كان الحاصل الأيوني = K_{sp} فالتفاعل في حالة اشباع (أتزان)
3 // أذا كان الحاصل الأيوني < K_{sp} فلا يحصل ترسيب (يحصل أذابة)

~~~~~~م

س // ذوبانية AgI في الماء تساوي $(10^{-8}\ M)$ هل يحصل ترسيب أم لا لمحلول أخر يحوي على أيونات Ag^{+} , I^{-} بتركيز ($10^{-}\ M$) لكل منهما ؟

الحل //

$$AgI \longleftrightarrow Ag^{+} + I^{-}$$
$$\quad s \quad s$$
$$\quad 10^{-8} \quad 10^{-8}$$

$$K_{sp} = [Ag^{+}][I^{-}]$$
$$= 10^{-8} \times 10^{-8}$$
$$= 10^{-16}$$



و لتحديد حصول الترسيب في المحلول الأخير نحسب الحاصل الأيوني
" حاصل ضرب تراكيز أيونات الراسب "

$$[Ag^{+}][I^{-}] = 1 \times 10^{-9} * 1 \times 10^{-9}$$
$$= 1 \times 10^{-18}$$ الحاصل الأيوني

∴ حاصل ضرب التراكيز < K_{sp}
∴ لايحصل ترسيب
~~~~~~

تمرين (3 – 18) ماهي أقل حالة حامضية (pH) لمحلول يحوي أيون الحديد (III) بتركيز يساوي (2×10^{-10} M) التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول ($K_{sp} = 5 \times 10^{-38}$) .

الحل // أن أقل تركيز لأيون الهيدروكسيد يبدأ عنده الترسيب يكون عندما يصل التفاعل حالة أتزان بين (حاصل ضرب تراكيز الأيونات و ثابت حاصل الذوبان (K_{SP})

$Fe(OH)_3 \longleftrightarrow Fe^{+3} + 3OH^-$

$[Fe^{+3}][OH^-]^3 = K_{sp} = 5 \times 10^{-38}$

$(2 \times 10^{-10}) * [OH^-]^3 = 5 \times 10^{-38}$

$[OH^-] = 6.3 \times 10^{-10}$

$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-10}$

$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{6.3\times10^{-10}}$

$[H^+] = 1.587 \times 10^{-5}$ m

$pH = -\log 1.5 \times 10^{-5}$

$= 4.799$

مثال 19 // أذا علمت أن تركيز أيون الفلوريد (F^-) في محلول يساوي (2×10^{-2} m) أحسب أدنى تركيز من أيون الكالسيوم يكون لازماً وجوده في المحلول لبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 ($Ksp = 4.9 \times 10^{-11}$) .

الحل // ان ادنى تركيز من أيون الكالسيوم لازم لبدء الترسيب نجده عندما يكون (حاصل ضرب تراكيز الأيونات) أكبر أو يساوي ثابت حاصل الذوبان (K_{SP})

$CaF_2 \longleftrightarrow Ca^{+2} + 2F^-$

$K_{sp} = [Ca^+] \times [2F^-]$

$4.9 \times 10^{-11} = [Ca^{+2}] \times [2 \times 10^{-2}]^2$

$[Ca^{+2}] = \frac{4.9\times10^{-11}}{4\times10^{-4}}$

$[Ca^{+2}] = 1.2 \times 10^{-7}$

(أدنى تركيز لأيون الكالسيوم)

العوامل المؤثرة على الذوبانية

1 // تأثير درجة الحرارة :- تزداد ذوبانية معظم المواد الشحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة

علل // أن ذوبان أي مادة يصاحبها أرتفاع أو انخفاض في درجة حرارة المحلول ؟

ج // بسبب الفرق بين الطاقة الممتصة و الطاقة المتحررة .

---

2 // تأثير الأيون المشترك :- أن وجود أيون مشترك في محلول الألكتروليت الشحيح الذوبان يؤدي الى خفض ذوبانية الألكتروليت الشحيح الذوبان حسب قاعدة لو – شاتليه لأنها تغير موقع الأتزان و تنشط التفاعل الخلفي لذا تقل ذوبانية الألكتروليت الشحيح الذوبان و يزداد الترسيب في محلوله .

علل // تقل ذوبانية CaF_2 بأضافة NaF الى محلوله ؟

علل // يزداد ترسيب ملح يودات الباريوم بإضافة يودات البوتاسيوم ؟

$Ba(IO_3)_2 \longleftrightarrow Ba^{+2} + 2IO_3^-$

$KIO_3 \longrightarrow K^+ + IO_3^-$

أيون مشترك

بسبب تكون زيادة من الأيون المشترك (IO_3^-) الذي يزيح موقع الأتزان حسب قاعدة لو – شاتليه فينشط التفاعل الخلفي فتقل ذوبانية $Ba(IO_3)_2$ لذا سيزداد الترسيب .

س 3 // ذوبانية $BaSO_4$ في لتر من محلول (0.012 m) $NaSO_4$ تساوي (1×10^{-8})
أحسب عدد غرامات $(BaSO_4)$ في محلولها المائي المشبع ؟
علماً أن الكتلة المولية $BaSO_4$ تساوي (233 g / mol) .

الحل//

$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$ أيون مشترك

$Na_2SO_4 \longleftrightarrow 2Na^{+2} + SO_4^{-2}$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = 1 \times 10^{-8} (1 \times 10^{-8} + 0.01)$ تهمل

$K_{sp} = 1 \times 10^{-10}$

$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

S S

$Ksp = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$10^{-10} = S^2$

$S = 10^{-5}$ M

m = M . v . M

$= 10^{-5} * 1 * 233 \quad = 233 * 10^{-5}$ g

تمرين (3 – 19)

قيمة ثابتة حاصل الأذابة لملح فلوريد المغنيسيوم (MgF_2) تساوي $(K_{sp} = 6.5 \times 10^{-9})$.

1 // أحسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي .

2 // أحسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF (ألكتروليت قوي) تركيزه (0.1 m) ثم قارن النتيجتين ؟

الحل //

$MgF_2 \longleftrightarrow Mg^{+2} + 2F^-$

S 2S

$K_{sp} = [Mg^{+2}][F^-]^2$

$6.5 \times 10^{-9} = 4S^3$

$S = 1.8 \times 10^{-3}$ M (الذوبانية في المحلول المائي)

$MgF_2 \longleftrightarrow Mg^{+2} + 2F^-$

Y 2y

$NaF \longrightarrow Na^+ + F^-$

0.1 0.1

$K_{sp} = [Mg^+][F^-]$

$6.5 \times 10^{-9} = [Mg^+]^2 [2y + 0.1]^2$ تهمل

$6.5 \times 10^{-9} = [Mg^{+2}](0.1)^2$

$6.5 \times 10^{-9} = y(0.1)^2$

$Y = 6.5 \times 10^{-7}$ m (الذوبانية في محلول الأيون المشترك)

نلاحظ أن الذوبانية المولارية في محلول الأيون المشترك أقل بكثير من الذوبانية المولارية في المحلول المائي لأن الأيون المشترك يعمل على خفض ذوبانية المادة لأنه ينشط التفاعل الخلفي و يقلل من تفكك الألكتروليت الشحيح .

مثال (3 – 20)

ما هي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ $(K_{sp} = 1.57 \times 10^{-9})$.



1 // في الماء النقي ؟

2 // في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز (0.02 mol / L) ثم قارن النتائج ؟

س // ذوبانية AgCl تساوي $(1 \times 10^{-9}$ M) في محلول (0.1 M) كلوريد الصوديوم , جد ذوبانيته في محلوله المائي المشبع ؟

واجب

س // أضيف (0.02) M , من يوديد البوتاسيوم (KI) الى لتر من المحلول المائي المشبع لـ PbI_2 , فأنخفضت ذوبانية PbI_2 الى (0.01) كما كانت عليه , أحسب ثابت حاصل الذوبان ؟

واجب

---

3 // تأثير الأس الهيدروجيني :- أن قيمة pH تؤثر على ذوبانية المواد الشحيحة في محاليلها .

علل // تزداد ذوبانية $Mg(OH)_2$ عند تقليل pH أو زيادة $[H^+]$ في محلوله المشبع

$$Mg(OH)_2 \longleftrightarrow Mg^{+2} + 2OH^-$$

ج // أن تقليل pH يعني زيادة $[H^+]$ في المحلول ما يؤدي الى اتحاد أيونات H^+ مع أيونات OH^- لتكوين جزيئات الماء و لتعويض النقص الحاصل في أيونات OH^- يزيد المركب $Mg(OH)_2$ من تفككه أي تزداد ذوبانيته .

علل // تقل ذوبانية $Zn(OH)_2$ عند زيادة pH المحلول ؟

$$Zn(OH)_2 \longleftrightarrow Zn^{+2} + 2OH^-$$

ج // لأن زيادة pH تؤدي الى تقليل $[H^+]$ وزيادة في $[OH^-]$ و لزيادة في $[OH^-]$ تؤدي الى تنشيط التفاعل الخلفي فيقل تفكك المركب $Zn(OH)_2$ فتقل ذوبانيته .

مثال (3 – 21) احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $(K_{sp} = 1.8 \times 10^{-11})$ في محلول مائي تثبت درجة حموضيته عند (PH = 10.5)



تمرين (3 – 20) أحسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبت حامضيته عند :

1) pH = 6 2) pH = 9

أذا علمت أن $(K_{sp}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17})$ ثم ناقش النتائج ؟

الحل // 1 //

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-6}M$

$[OH^-][H^+] = 1 \times 10^{-14}$

$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-6}} = 1 \times 10^{-8}$ M

$Zn(OH)_2 \longleftrightarrow Zn^{+2} + 2OH^-$

1×10^{-8}

$Ksp = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-17} = [Zn^{+2}](1 \times 10^{-8})^2$

$[Zn^{+2}] = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{1 \times 10^{-16}}$

$[Zn^{+2}] = 1.2 \times 10^{-1} = 0.12$ M



2013

2//

$PH = 9$

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-9}$ m

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-9}} = 1 \times 10^{-5}$ m

$Zn(OH)_2 \longleftrightarrow Zn^{+2} + 2OH^-$

1×10^{-5}

$Ksp = [Zn^{2+}][OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-17} = [Zn^{2+}](1 \times 10^{-5})^2$

$[Zn^{+2}] = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{1 \times 10^{-10}}$

$[Zn^{+2}] = 1.2 \times 10^{-7}$ M

المناقشة // نلاحظ ان ذوبانية المادة قد تأثر بتغير قيمة PH في المحلول حيث في (PH = 6) زيادة في الحامضية نلاحظ زيادة ذوبانية المادة اما في (PH = 9) محلول قاعدي نلاحظ ان ذوبانية المادة قد قلت .

س /الذوبانية المولارية لملح $PbSO_4$ في محلوله المائي المشبع ($1 * 10^{-4}$ M) بين كم مل من حامض H_2SO_4 بتركيز (10 M) يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل الذوبانية المولارية ($1 * 10^{-6}$ M) .



2015
تمهيدي

الحل // نحسب اولاً Ksp

$PbSO_4 \Longleftrightarrow Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

S   S

10^{-4} 10^{-4}

$Ksp = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$= (10^{-4})^2 = 10^{-8}$

بعد اضافة H_2SO_4 يتكون ايون مشترك

$PbSO_4 \Longleftrightarrow Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

Y   Y

10^{-6} 10^{-6}

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

A   0   0

0   2A   A

$Ksp = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$10^{-8} = 10^{-6}(A + \underset{\text{تهمل}}{10^{-6}})$

$A = \frac{10^{-8}}{10^{-6}} = 0.01$ M $= [H_2SO_4]$

نحسب حجم الحامض المضاف من قانون التخفيف

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

$10 * V_1 = 0.01 * 1$

$V_1 = \frac{0.01}{10} = 0.001$ L

$V_1 = 0.001 * 1000 = 1$ ML

بعض الأسئلة الاثرائية

س 1 / ماهو ادنى تركز للأيون S^{-2} اللازم لترسيب (NiS) من محلول $Ni(NO_3)_2$ تركيزه (1 * 10^{-3} M) ؟ علماً ان قابلية ذوبان NiS في محلوله المائي المشبع (1 *10^{-12} M) ؟

الحل // نحسب K_{SP} لملح NiS

$$NiS \longleftrightarrow Ni^{+2} + S^{-2}$$

S S

10^{-12} 10^{-12}



$$K_{SP} = [Ni^{+2}] [S^{-2}]$$
$$= (10^{-12})^2 = 10^{-24}$$

لكي يبدأ ملح NiS بالترسيب يجب ان يكون K_{SP} = الحاصل الأيوني

$$10^{-24} = [Ni^{+2}] [S^{-2}]$$
$$10^{-24} = 10^{-3} * [S^{-2}]$$
$$[S^{-2}] = \frac{10^{-24}}{10^{-3}} = 10^{-21}\ M$$

س 2 / PH لمحلول H_2SO_4 يساوي 3.7 ، احسب كتلة Pb الذي يجب اضافته الى لتر من المحلول الحامضي لكي يتكون محلول مشبع من $PbSO_4$ علماً ان $K_{SP} = 10^{-8}$ و الكتلة المولية لـ Pb تساوي 207 g/mol

الحل //

$$PbSO_4 \longleftrightarrow Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

y y

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

A	0	0
0	2A	A



$$[H^+] = 10^{-PH}$$
$$= 10^{-3.7+4-4}$$
$$= 10^{0.3} * 10^{-4}$$
$$= 2 * 10^{-4}\ M$$

$$[H_2SO_4] = \frac{[H^+]}{2} = \frac{2 * 10^{-4}}{2} = 10^{-4}\ M = A$$

$$K_{SP} = [Pb^{+2}] [SO_4^{-2}]$$

$$10^{-8} = y (y + 10^{-4})$$ (تهمل y)

$$Y = \frac{10^{-8}}{10^{-4}} = 10^{-4}\ M = [Pb^{+2}]$$

نحسب كتلة Pb من القانون

$$m = M . V . M$$
$$= 10^{-4} * 1 * 207 = 207 * 10^{-4}\ g$$

س 3 /اذا علمت ان تركيز ايون Pb^{+2} لكبريتات الرصاص في محلول (0.01 M) من حامض الكبريتيك يساوي (10^{-6} M) احسب ذوبانية $PbSO_4$ في محلوله المائي المشبع ؟

الحل //

نحسب Ksp من محلول الايون المشترك

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
Y Y
10^{-6} 10^{-6}

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$
0.01 0 0
0 0.02 0.01

$$KsP = [Pb^{+2}] [SO_4^{-2}]$$
$$= (10^{-6}) (\underset{\text{تهمل}}{10^{-6}} + 10^{-2}) = 10^{-8}$$

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$
S S

$$KsP = [Pb^{+2}] [SO_4^{-2}]$$
$$= (S) (S)$$
$$10^{-8} = S^2 \qquad S = 10^{-4}\ M$$



س 4 / اذا علمت ان [Ba^{+2}] في المحلول المائي المشبع $BaSO_4$ يساوي 10^{-5} M فما عدد مولات كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 اللازم اضافتها الى لتر من المحلول المائي لخفض [Ba^{+2}] الى 10^{-8} M ؟

$$[Ba^{+2}] = S = 10^{-5}\ M$$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
10^{-5} 10^{-5}

$$Ksp = [Ba^{+2}] [SO_4^{-2}]$$
$$= (10^{-5})^2 = 10^{-10}$$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
Y Y

$$Y = [Ba^{+2}] = 10^{-8}\ M$$



$$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^+ + SO_4^{-2}$$
A 0 0
0 2A A

$$Ksp = [Ba^{+2}] [SO_4^{-2}]$$
$$10^{-10} = 10^{-8} (\underset{\text{تهمل}}{10^{-8}} + A)$$
$$A = \frac{10^{-10}}{10^{-8}} = 0.01\ M$$
$$M = \frac{n}{V} \qquad n = 0.01 * 1 = 0.01\ mol$$

س 5 / جد عدد مولات حامض الكبريتيك اللازم اضافتها الى لتر من محلول مائي مشبع من كبريتات الرصاص $PbSO_4$ من اجل خفض ذوبانية الاخير من 10^{-4} M الى 10^{-6} M ؟

الحل //

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

S S

10^{-4} 10^{-4}

$K_{SP} = [\,Pb^{+2}\,]\,[\,SO_4^{-4}\,]$

$= (\,10^{-4}\,)^2$

$K_{SP} = 10^{-8}$

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$$

y y

10^{-6} 10^{-6}

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

A	0	0
0	2A	A



$K_{SP} = [\,Pb^{+2}\,]\,[\,SO_4^{-2}\,]$

$10^{-8} = 10^{-6}\,(\,\underline{10^{-6}} + A\,)$

تهمل

$A = \frac{10^{-8}}{10^{-6}} = 0.01$ M

$M = \frac{n}{v}$

$n = 0.01 * 1 = 0.01$ mol

س 6 / اذا علمت ان قابلية ذوبان $Fe(OH)_2$ في محلول NaOH يساوي 10^{-10} M علماً ان نفس مولات NaOH الموجودة في المحلول لو اضيفت الى 0.005 M من حامض الكبريتيك ليتم الحصول على محلول PH له يساوي 7 ، جد K_{SP} للمحلول $Fe(OH)_2$ ؟

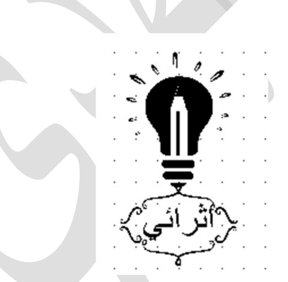
الحل //

$$H_2SO_4 \longleftrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.005	0	0
0	2*0.005	0.005

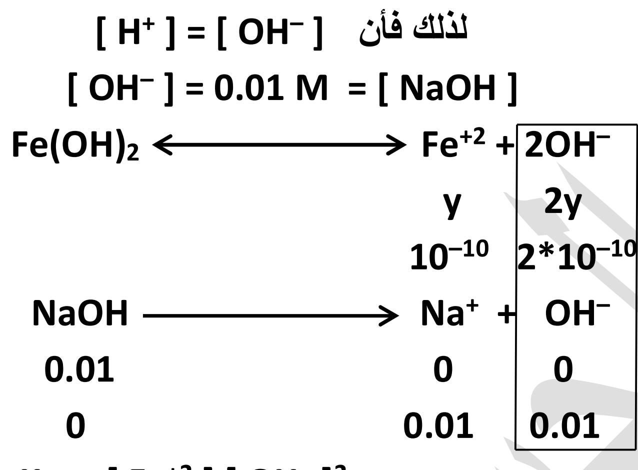
$[H^+] = 0.01$ M

بما انه محلول متعادل PH = 7



لذلك فأن $[H^+] = [OH^-]$

$[OH^-] = 0.01$ M $= [NaOH]$



$$Fe(OH)_2 \longleftrightarrow Fe^{+2} + 2OH^-$$

	y	2y
	10^{-10}	$2*10^{-10}$

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

0.01	0	0
0	0.01	0.01

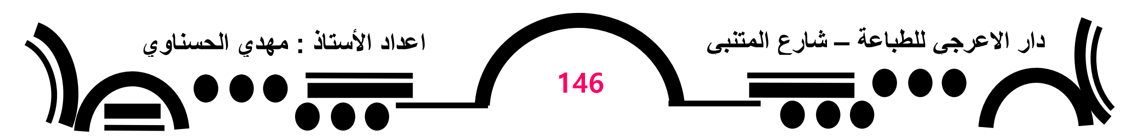
$K_{SP} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$

$= (10^{-10})(\underline{2y} + 10^{-2})^2$

تهمل

$= (10^{-10})(10^{-4})$

$K_{SP} = 10^{-14}$



س 7 / اذا علمت ان $[Pb^{+2}]$ للتر من المحلول المائي المشبع لـ PbI_2 يساوي 10^{-3} M ، جد عدد مولات KI اللازم اضافتها للمحلول لخفض تركيزه الى 10^{-5} ؟

الحل //

$[Pb^{+2}] = S = 10^{-3}$ M

$$PbI_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2I^-$$

	Pb^{+2}	$2I^-$
	S	2S
	10^{-3}	$2*10^{-3}$

$K_{SP} = [Pb^{+2}][I^-]^2$

$= (10^{-3})(2 * 10^{-3})^2$

$= 4 * 10^{-9}$

$[Pb^{+2}] = y = 10^{-5}$ M

$$PbI_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2I^-$$

	Pb^{+2}	$2I^-$
	y	2y
	10^{-5}	$2*10^{-5}$

$$KI \longrightarrow K^+ + I^-$$

KI	K^+	I^-
A	0	0
0	A	A



$K_{SP} = [Pb^{+2}][I^-]^2$

$4 * 10^{-9} = (10^{-5})(\frac{10^{-5}}{\text{تهمل}} + A)^2$

بالجذر

$A^2 = \frac{4 * 10^{-9}}{10^{-5}} = 4 * 10^{-4}$

$A = 2 * 10^{-2}$ M

$M = \frac{n}{v} \Rightarrow n = 2 * 10^{-2} * 1 = 2 * 10^{-2}$ mol

---





س 8 //

ماهو أعلى تركيز من SO_4^{-2} يلزم اضافته الى محلول (1 L) من (10^{-4} mol) من $(BaCl_2)$ قبل أن يبدأ $(BaSO_4)$ بالترسيب . علماً أن ذوبانيته $BaSO_4$ في المحلول المشبع (10^{-5} m) .

المفاهيم الأساسية

الألكتروليت Electrolyte : مادة يكون لمحلولها المائي او لمنصهرها قابلية على التوصيل الكهربائي و ذلك لأحتوائه على ايونات موجبة و سالبة .

الالكتروليت الضعيف Weak Electrolyt : مادة تكون قابلية محلولها المائي المخفف للتوصيل

الحامض الضعيف Weak Acid : حامض لا يتأين بشكل تام في محلولها المائي .

القاعدة الضعيفة Weak Base : قاعدة لا تتأين بشكل في محلولها المائي .

النظام المفتوح Open Sysytem : يسمى النظام مفتوحاً اذا كانت الحدود بين النظام و المحيط تسمح بتبادل مادة النظام و طاقته , مثال على ذلك اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .

حامض احادي البروتون : هو الحامض الذي ينتج كل جزء منه بروتون واحد فقط عند تفككه في الماء و يمكن ان يكون هذا الحامض قوياً و ضعيفاً , ان هذا يعني ان كل جزيء منه يحوي ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين .

حامض متعدد البروتون : هو الحامض الذي يمكن لكل جزء منه ان ينتج بروتون او اكثر و على مراحل متعددة وغالباً ما يكون البروتون الذي ينتج في الخطوة الأخيرة ضعيف (اضعف من البروتونات الناتجة من خطوات التفكك السابقة .

التأين الذاتي للماء : هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء الى جزيء ماء اخر ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون اعداد متساوية من ايونات الهيدرينيوم H_3O^+ و ايونات الهيدروكسيد OH^- .

الأس الهيدروجيني PH : هي طريقة ملائمة لقياس او للتعبير عن تركيز ايون الهيدروجين خصوصاً لتراكيز ايون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها اصغر او تساوي 1M بدلالة سالب لوغارتم التركيز المولاري لأيون الهيدروجين في المحلول ويرمز للناتج العددي لهذه القيم بالرمز PH .

التمذوب Solvolysis : هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات المذيب .

التحلل المائي Hydrolusis : هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات الماء وذلك عندما يكون الماء هو المذيب .

تأثير الايون المشترك : هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليات الضعيفة الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد الايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول .

درجة التفكك او درجة التأين : هي النسبة بين كمية الصنف المذاب المتفككة عند حالة الاتزان الى كمية الصنف المذاب الكلية .

محلول بفر Buffer Solution : محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه (القاعدة القرينة للحامض الضعيف) او قاعدة ضعيفة مع احد املاحها (الحامض القرين للقاعدة الضعيفة) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني (PH) عند إضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه

الذوبانية Solubility S : هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة (أي عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة و محلول المادة) .

ثابت حاصل الذوبانية Solubility Product K_{SP} : هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الاتزان) للأيونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلاً مرفوع الى اس مساواً لعدد المولات في المادة .

حل أسئلة الفصل الثالث

س 1 // المعادلة الاتية تبين حالة الاتزان بين جزيئات الماء وايوناته :

$$2H_2O_{(1)} \longleftrightarrow H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

هل يتأثر اتزان هذا النظام بتغير درجة الحرارة.

ما قيمة ثابت الحاصل الايوني للماء عند درجة حرارة 25℃ . وكم هو تركيز ايون الهيدروجين وتركيز ايون الهيدروكسيد في الماء النقي ؟ ج : $1x10^{-14}$

ج// (A) نعم (B) $kw = 10^{-14}$ $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$

س 2 // جد مقدار التغير في قيمة PH للماء المقطر بعد إضافة كل مما يأتي الى لتر منه

أ) 1 mL من HCl تركيزه 10 M

للماء $PH_1 = 7$ $\Delta PH = PH_2 - PH_1$

(للحامض HCl المخفف) PH_2

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01 M = [H^+]$$

$$PH_2 = - \log [H^+]$$

$$PH_2 = - \log 10^{-2}$$

$$PH_2 = 2$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 \quad = 2 - 7 \quad = -5$$

ب) 1 ml من NaOH تركيزه 10 M

للماء $PH_1 = 7$ $\Delta PH = PH_2 - PH_1$

(للقاعدة NaOH المخففة) PH_2

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01 M = [OH^-]$$

$$POH = - \log [OH^-]$$

$$POH = - \log 10^{-2}$$

$$POH = 2$$

$$PH_2 = 14 - POH \quad = 14 - 2 \quad = 12$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 \quad = 12 - 7 \quad = +5$$

س 3 // في المحاليل المائية للمواد التالية, هل يكون المحلول حامضياً او قاعدياً او متعادلاً ؟ ولماذا؟

. KCL (F) $MgSO_4$ (E) CAF_2 (D) CH_3COOK (C) ,Na_2SO_4 (B) ,NH_4CL (A)

ج //

(A) حامضي ———— NH_4CL ————
حامض قوي ← → قاعدة ضعيفة

(B) متعادل ———— NA_2SO_4 ————
حامضي قوي ← → قاعدة قوية

(C) قاعدي ———— CH_3COOK ————
قاعدة قوية ← → حامض ضعيف

(D) قاعدي ———— CaF_2 ————
حامض ضعيف ← → قاعدة قوية

(E) متعادل ———— $MgSO_4$ ————
حامض قوي ← → قاعدة قوية

(F) متعادل ———— KCL ————
حامض قوي ← → قاعدة قوية

س 4 / ما عدد غرامات (CH_3COOH) (M = 60 g/mol) الواجب اضافتها الى 250 ml من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الإضافة 2.7 علماً ان Pka للحامض = 4.74

الحل //

$$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$$

y	0	0
y - x تهمل	x	x

$$Ka = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{X^2}{y-x \text{ تهمل}} = \frac{X^2}{y}$$

$$Ka = 10^{-pka} \Rightarrow = 10^{-4.74+5-5} \Rightarrow = 10^{0.26} * 10^{-5} \Rightarrow = 1.8 * 10^{-5}$$

$$[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow = 10^{-2.7+3-3} \Rightarrow = 10^{0.3} * 10^{-3} \Rightarrow = 2 * 10^{-3} \text{ M} = X$$

$$Ka = \frac{X^2}{y}$$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{y}$$

$$Y = \frac{4 * 10^{-6}}{1.8 * 10^{-5}} = 0.22 \text{ M}$$

m = M . V . M

$$m = 0.22 * \frac{25}{1000} * 60$$

m = 3.3 g

س 5 // اختر الجواب الصحيح :

1.ان عدد مليغرامات يودات الباريوم (M = 487 g/mol و $k_{sp} = 1.57 \times 10^{-9}$) التي يمكن ان تذوب في 150 mL من الماء النقي هي : (أ) 34.4 mg , (ب)44.4 , (ج) 53.4 mg.

2.التراكيز المولارية لايونات Na^+ و SO_4^{2-} في محلول مائي يكون تركيزاً لكبريتات الصوديوم فيه يساوي 0.4 M هي : (أ) $[SO4^{2}] = 0.4$ M و $[Na^+] = 0.4$, (ب) $[SO^-_4{}^2] = 0.4$ و $[Na^+] = 0.2$ M (ج) $[SO_4{}^{2-}]$ 0.4M و $[Na^+] = 0.8$ M

3.قيم PH و POH لمحلول 0.05 M هيدروكسيد الصوديوم هي: (أ) PH=1.3 وPOH=12.7 (ب) pH = 7.0 و poH = 7.0 (ج) pH = 12.7 و poH = 1.3 .

4.أن قيمة poH لمحلول نترات الأمونيوم المائية بتركيز 0.5 تساوي (أ) 7.00 (ب) 9.22 (ج) 4.78 .

5. يكون المزيج البفري المكون من خلط الأمونيا مع ملح نترات الأمونيوم (أ) حامضياً , (ب) متعادلاً, (ج) قاعدياً

ج// (1) ج- 53.4 mg (2) ج- $[SO_4{}^{-2}]$ 0.4 M . $[Na^+] = 0.8$M (3) ج- PH = 12.7
(4) ب- POH = 9.22 (5) ج- قاعدي

س 6 / ما قيمة PH لكل من المحاليل المحضرة بإضافة 10 ml من HCl تركيزه 0.1 M الى :-

1) 10 ml من NaOH تركيزه 0.1 M

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

NaOH	HCl	NaCl	H_2O
M.V	M.V		
0.1 * 10	0.1 * 10		
1 mol	1mol	0	0
		1mol	1mol

ملح متعادل

بما ان NaCl ملح متعادل اذن PH = 7

2) 15 ml من NaOH تركيزه 0.1 M

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

NaOH	HCl	NaCl	H_2O
M.V	M.V		
0.1 * 15	0.1 * 15		
1.5 mol	1.5mol	0	0
-1	-1	+1	+1
0.5 mol	0.0	1mol	1mol

$[NaOH] = \frac{n}{v} = \frac{0.5}{25} = 0.02$ M = $[OH^-]$

POH = - log $[OH^-]$ = - log $2 * 10^{-2}$ = -(0.3 – 2)

POH = 1.7

PH = 14 – POH

= 14 – 1.7

PH = 12.3

3) 10 mL من NH_3 تركيزه 0.1 M

$K_b = 1.8 * 10^{-5}$

$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

NH_3	HCl	NH_4Cl
M.V	M.V	
0.1 * 10	0.1 * 10	
1mol	1mol	0
0	0	1mol

$Pkb = -\log kb$

$= -\log 1.8 * 10^{-5}$

$= 4.74$

$[NH_4Cl] = \frac{n}{v} = \frac{1}{20} = 0.05\ M$

$PH = \frac{1}{2}[Pkw - Pkb - \log C]$

$PH = \frac{1}{2}[14 - 4.74 - \log 5 * 10^{-2}]$

$PH = \frac{1}{2}[9.26 - (0.7 - 2)] = \frac{1}{2}[10.56] = 5.28$

4) 15 ml من NH_3 تركيزه 0.1 M ($K_b = 1.8 * 10^{-5}$)

$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

NH_3	HCl	NH_4Cl
M.V	M.V	
0.1 * 15	0.1 * 10	
1.5 mol	1mol	0
-1	-1	+1mol
0.5 mol		1mol

ايون مشترك

$[NH_4Cl] = \frac{n}{v} = \frac{1}{25} = 0.04\ M$

$[NH_3] = \frac{n}{v} = \frac{0.5}{25} = 0.02\ M$

$POH = Pkb + \log \frac{[salt]}{[base]}$

$POH = 4.74 + \log \frac{0.04}{0.02}$

$POH = 4.74 + \log 2$

$POH = 4.74 + 0.3 = 5.04$

$PH = 14 - POH = 14 - 5.04$

$PH = 8.96$

س 7 // أكمل الفراغات في الجدول الأتي :-

محلول	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	PH	poH
حامض قوي 0.15 M HI				
حامض ضعيف 0.15 M HF				
قاعدة قوية 0.06 M RbOH				
قاعدة قوية 0.05 M $Ca(OH)_2$				
قاعدة ضعيفة 0.75 M NH_4OH				

ج //

محلول	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	PH	poH
حامض قوي 0.15 M HI	0.15	$6.6 * 10^{-14}$	0.8	13.18
حامض ضعيف 0.15 M HF	$9.7 * 10^{-3}$	$1.02 * 10^{-12}$	2	12
قاعدة قوية 0.06 M RbOH	$1.6 * 10^{-13}$	0.06	12.7	1.22
قاعدة قوية 0.05 M $Ca(OH)_2$	10^{-13}	0.1	13	1
قاعدة ضعيفة 0.75 M NH_4OH	$2.7 * 10^{-12}$	$3.6 * 10^{-3}$	11.5	2.44

س8 // أكمل الفراغات في الجدول الأتي :-

رقم المحلول	poH	$[OH^-]$	pH	$[H_3O^+]$
1			3.84	
2			12.61	
3	2.90			
4	9.47			

ج //

رقم المحلول	poH	$[OH^-]$	pH	$[H_3O^+]$
1	10.16	$6.9 * 10^{-11}$	3.8	$1.5 * 10^{-4}$
2	1.4	$4 * 10^{-2}$	12.6	$2.5 * 10^{-13}$
3	2.9	$1.3 * 10^{-3}$	11.1	$7.9 * 10^{-12}$
4	9.5	$3.4 * 10^{-10}$	4.5	$2.9 * 10^{-5}$

س 9 // أكمل الفراغات في الجدول الأتي :-

الملح	الذوبانية	K_{sp}	PK_{sp}
Ag_2S	(mole/l)	6.0×10^{-50}	
MgC_2O_4	(g/l)		4.06
Sb_2S_3	1.35×10^{-19} (mole/l)		
$ZnSO_4$	0.02 (g/l)		

ج //

الملح	الذوبانية	K_{sp}	PK_{sp}
Ag_2S	$3.9 * 10^{-17}$ M	6×10^{-50}	49.2
MgC_2O_4	1.05 g/L	$8.7 * 10^{-5}$	4
Sb_2S_3	$1.35 * 10^{-19}$ M	$3.22 * 10^{-94}$	93.5
$ZnSO_4$	0.02 (g/L)	$1.5 * 10^{-8}$	7.8

س 10 // أذا علمت أن قيمة K_a لحامض البروبانويك C_2H_5COOH تساوي 1.3×10^{-5} , ما هي النسبة المئوية لتفكك الحامض في محلوله المائي ذو تركيز 0.65 M ؟ ج : 0.45 %

الحل //

$$C_2H_5COOH \longleftrightarrow C_2H_5COO^- + H^+$$

0.65   0   0

0.65 – x   x   x

$$Ka = \frac{[C_2H_5COO^-][H^+]}{[C_2H_5COOH]}$$

$$Ka = \frac{x^2}{y-x \rightarrow \text{تهمل}}$$

$$1.3 * 10^{-5} = \frac{x^2}{0.65}$$

$$X^2 = 8.4 * 10^{-6}$$

$$X = 2.9 * 10^{-3} \text{ m}$$

النسبة المئوية = $\frac{x}{y}$ * 100 %

$$\%100 * \frac{2.9\times10^{-3}}{0.65} = \quad = \%0.45$$

س 11 / ما تركيز الأمونيا $[NH_3]$ في المحلول الذي يكون في حالة أتزان مع $[NH_4^+]$ = 0.01 M و $[OH^-]$ = = 1.2×10^{-5} M ؟ ج : 6.67×10^{-2} M

ج //

$$NH_3 + H_2O \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^+$$

$$Kb = \frac{[NH_4][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{10^{-2} * 1.2 * 10^{-5}}{y}$$

$$Y = \frac{1.2*10^{-7}}{1.8*10^{-5}} \quad = 6.6 * 10^{-2} \text{ m}$$

س 12 // أحسب كتلة ملح خلات الصوديوم (M=82 g / mole) اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول 0.125 M حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة pH له تساوي 4.47 (ملاحظة : افترض الملح لا تؤدي الى تغير الحجم).

ج // نحسب الكتلة حسب القانون m = M.V.M

و يمكن ايجاد M (تركيز الملح) من قانون الأيون المشترك .

$$pH = PKa + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.74 = 4.74 + \log\frac{[salt]}{0.125}$$

ويأخذ log المقابل لـ(0) و هو (1)

$$4.74 - 4.74 = \log \frac{[salt]}{0.125}$$

$$0 = \log \frac{[salt]}{0.125}$$

$$1 = \frac{[salt]}{0.125}$$

نعوض التركيز في القانون الأول

[salt] = 0.125 M

m= M . V . M

m = 0.125 * 1 * 82

m = 10.25 g

س 13 / أ/ ما قيمة الأس الهيدروجيني لمزيج بفري مكون من حامض النتروز(HNO_2) $K_a(HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12 M و نتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15 M ؟

ب / أحسب قيمة pH المحلول الناتج بعد اضافة 1.0 g من هيدروكسيد الصوديوم (M=40g/mole) الى لتر واحد من محلول بفر ؟ ج : 3.45 ؛ 3.62

ج// أ / لمحلول بفر (حامض ضعيف و ملحه)

$$pKa = -\log Ka = -\log 4.5 \times 10^{-4} = -(0.65 - 4) = 3.35$$

$$pH = pKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pH = 3.35 + \log\frac{0.15}{0.12}$$

$$pH = 3.35 + \log 5 - \log 4$$

$$pH = 3.35 + 0.7 - 0.6 = 3.45$$



2013
دور ثاني

ب / بعد اضافة NaOH يتكون محلول بفر المضاف من NaOH كتلته

$$m = M . V . M$$

$$1 = M * 1 * 40$$

$$M = \frac{1}{40} = 0.025\ M = [OH^-]$$

$$pH = pKa + \log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$= 3.35 + \log\frac{0.15+0.025}{0.12-0.025}$$

$$= 3.35 + \log\frac{0.175}{0.095}$$

$$= 3.35 + \log 1.8$$

$$= 3.35 + 0.26 = 3.61$$

س 14 // اذا كانت هناك حادة لتحضير محلول بفر ذو 9.0 = pH من مزج NH_3 مع NH_4Cl . كم يجب أن تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{NH_3}$ ؟ ج : 1.82

ج //

$$poH = 14 - pH$$

$$poH = 14 - 9 = 5$$

$$poH = pKb + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$5 - 4.74 = \log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

و يأخذ log المقابل لـ(0.26) = (1.8)

$$0.26 = \log\frac{[NH_4]}{[NH_3]} \Rightarrow = 1.8\frac{[NH_4]}{[NH_3]}$$

س 15 // ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع منه علماً بأن $K_{SP} = 1.6 * 10^{-10}$ و ماذوبانيته بعد إضافة 1 mL من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه

الحل

$$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

S S

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6 * 10^{-10} = S * S$$

$$S^2 = 1.6 * 10^{-10}$$

بالجذر

$$S = 1.26 * 10^{-5} \text{ M}$$

بعد إضافة حامض H_2SO_4 يتكون ايون مشترك

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 * \frac{1}{1000} = M_2 * 1$$

$$M_2 = 0.01 \text{ M}$$

$$BaSO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

y y

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{-2}
0.01	0	0
0.0	0.02	0.01

ايون مشترك

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6 * 10^{-10} = y * (y + 0.01)$$

تهمل

$$Y = 1.6 * 10^{-8} \text{ M}$$

س 16 // أحسب قيمة pH و $[OH^-]$ لمحاليل الأملاح التالية

1) 0.1 M سيانيد الصوديوم NaCN

2) 0.25 M نترات الأمونيوم NH_4NO_3

3) 0.5 M نترات الصوديوم $NANO_3$

علماً أن ثابت تفكك الأمونيا 1.8×10^{-5} , $K_a(HCN) = 4.9 \times 10^{-10}$

ج //

1) 0.1 M سيانيد الصوديوم NaCN

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Ka\,Kw}{C}}$$

$$= \sqrt{\frac{49*10^{-11} \times 10^{-14}}{10^{-1}}}$$

$$[H^+] = 7 * 10^{-12} \quad \text{M}$$

$$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-1}}{7 \times 10^{-12}} = 0.14 \times 10^{-2} \quad \text{M}$$

$$PH = -\log[H^+]$$

$$= -\log 7 * 10^{-12}$$

$$= -(0.8 - 12) = 11.2$$

2) 0.25 M نترات الامونيوم NH_4NO_3

$$[H^+] = \sqrt{C * \frac{Kw}{Kb}}$$

$$= \sqrt{0.25 * \frac{10^{-14}}{1.8*10^{-5}}}$$

$$= \sqrt{\frac{25*10^{-16}}{1.8*10^{-6}}}$$

$$= \frac{5}{4.2} \times 10^{-5}$$

$[H^+] = 1.1 \times 10^{-5}$ M

$[H^+] [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ $[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{1.1\times10^{-5}} = 0.09 \times 10^{-8}$

pH = -log [H^+]

= - log 11 x 10^{-6}

= - (1.05 – 6) ⟹ = 4.95

3) 0.5 M نترات الصوديوم $NaNO_3$

ملح مشتق من حامض قوي و قاعدة قوية (متعادل)

pH = 7 $[H^+] = 10^{-7}$ M $[OH^-] = 10^{-7}$ M

س 17 // يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو التركيز 0.01 M بمقدار 4.2 % . أحسب ثابت تأين الحامض .

ج //

$CH_3COOH \longleftrightarrow CH_3COO^- + H^+$

0.01	0	0
0.01 – x	x	x

ويمكن أيجاد قيمة X من قانون النسبة المئوية النسبة المئوية $\frac{X}{Y}$ * 100%

$\frac{X}{10^{-2}} = \frac{4.2}{100}$

100 X = 4.2 * 10^{-2}

X = 4.2 * 10^{-4} M

$Ka = \frac{X2}{y-X}$ ← تهمل

$Ka = \frac{(4.2*10^{-4})^2}{10^{-2}}$

$Ka = \frac{17.63*10^{-8}}{10^{-2}}$

Ka = 1.8 * 10^{-5}

س 18 // أحسب كتلة كلوريد الأمونيوم (M = 53.5 g / mole) الواجب اضافتها الى 500 ml من محلول 0.15 M أمونيا لجعل قيمة pH المحلول تساوي 9.0 ؟ ج : 7.22

ج //

يمكن حساب الكتلة من القانون
و يمكن استخراج M تركيز الملح
من قانون الأيون المشترك
(قاعدة ضعيفة + ملحها)

m = M . V . M

poH = 14 – pH

= 14 – 9 = 5

$poH = pKb + \log \frac{[salt]}{[base]}$

$5 = 4.7 * \log \frac{[salt]}{0.15}$

$5 – 4.7 = \log \frac{[S]}{0.15}$

$0.3 = \log \frac{[S]}{0.15}$

$2 = \frac{[S]}{0.15}$

نعوض في المعادلة الأولى

[salt] = 0.3 M

m= M . V . M

$m = 0.3 \times \frac{500}{1000} \times 53.5 = 7.22 \text{ g}$

س 19 // أحسب الذوبانية المولارية (mole / L) و الذوبانية بدلالة (g / L) لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 (pK_{sp} = 4.92 , M = 314 g / mole) في (أ) الماء النقي , (ب) محلول 0.15 M كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4

ج // (أ)

$Ag_2SO_4 \longleftrightarrow 2Ag^+ + SO_4^{-2}$

$Ksp = 10^{-pKsp}$

$= 10^{-4.92 + 5 – 5}$

$= 10^{0.08} * 10^{-5}$

$= 1.2 * 10^{-5}$

$Ksp = [Ag^+]^2 [SO_4^{-2}]$

$= (2 S)^2 (S)$

$1.2 \times 10^{-5} = 4 S^3$

$S^3 = \frac{12 \times 10^{-6}}{4} = 3 \times 10^{-6}$

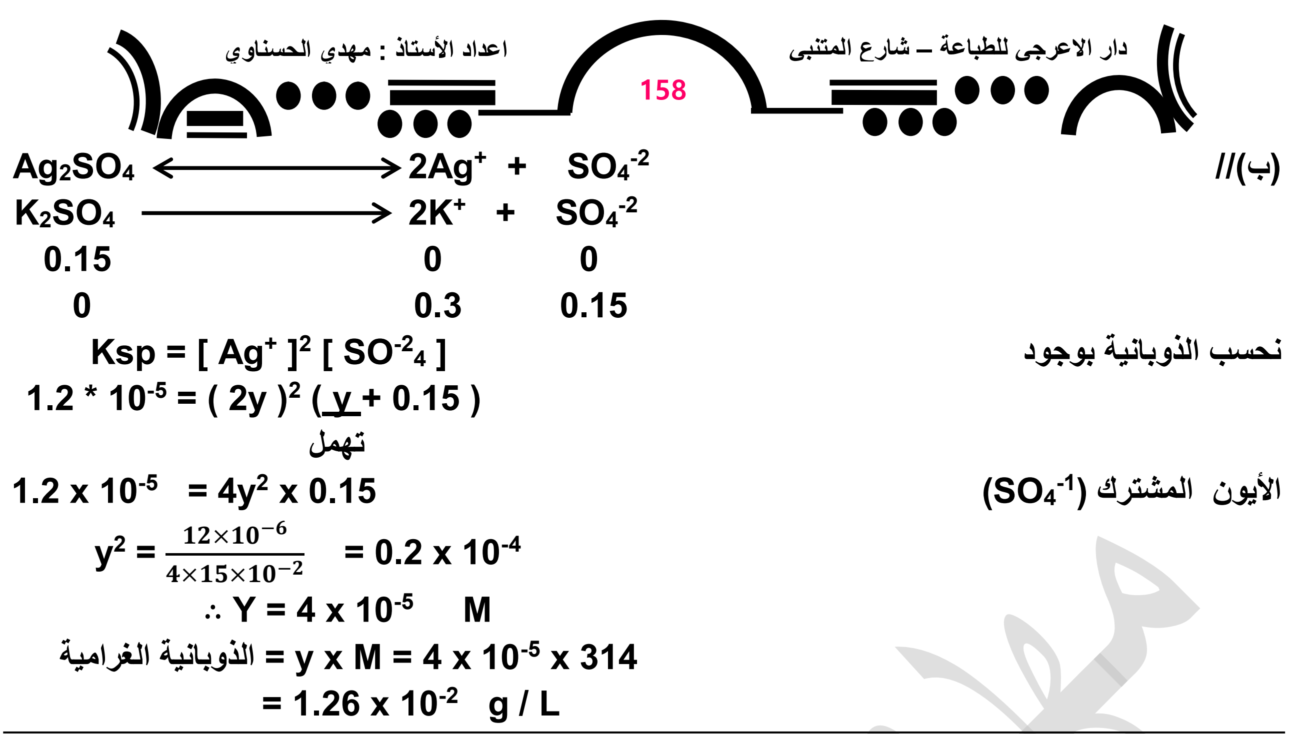
$S = 1.4 \times 10^{-2}$ M

M x S = الذوبانية الغرامية

$=314 \times 1.4 \times 10^{-2} \Rightarrow = 4.39 \text{ g / L}$



2014
تمهيدي



(ب)//

$$Ag_2SO_4 \longleftrightarrow 2Ag^{+} + SO_4^{-2}$$

$$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^{+} + SO_4^{-2}$$

0.15   0   0

0   0.3   0.15

نحسب الذوبانية بوجود

$$Ksp = [Ag^{+}]^2 [SO^{-2}_4]$$

$$1.2 * 10^{-5} = (2y)^2 (\underline{y} + 0.15)$$

تهمل

الأيون المشترك (SO_4^{-1})

$$1.2 \times 10^{-5} = 4y^2 \times 0.15$$

$$y^2 = \frac{12\times10^{-6}}{4\times15\times10^{-2}} = 0.2 \times 10^{-4}$$

$$\therefore Y = 4 \times 10^{-5} \quad M$$

الذوبانية الغرامية $= y \times M = 4 \times 10^{-5} \times 314$

$$= 1.26 \times 10^{-2} \quad g / L$$

س 20 // ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M=332 g / mole) التي يمكن أن تذوب في 100 ml من الماء المقطر ؟ علماً بأن $K_{sp} = 1.1 \times 10^{-12}$ ج : 2.161×10^{-3} g

ج //

$$Ag_2CrO_4 \longleftrightarrow 2Ag^{+} + CrO_4^{-2}$$

2S   S

$$Ksp = [Ag^{+}]^2 [CrO_4^{-2}]$$

$$Ksp = (2S)^2 \quad (S)$$

$$1.1 \times 10^{-12} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{1.1\times10^{-12}}{4} = 0.275 \times 10^{-12}$$

$$\therefore S = 6.51 \times 10^{-3} \; M$$

ويمكن حساب الغرامات من المولارية بأستخدام العلاقة

$$m = M . V . M$$

$$m = 6.51 \times 10^{-5} \times \frac{100}{1000} \times 332$$

$$m = 2.161 \times 10^{-3} \; g$$

س 21 // ما ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCL_2$ (الكتروليت قوي) يساوي 0.1 M ؟ اذا علمت أن $K_{sp} (BaCrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}$ ج : 1.2×10^{-9} M

ج // المطلوب حساب الذوبانية المولارية (y) في الأيون المشترك

$$BaCrO_4 \longleftrightarrow Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$

y   y

$$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2Cl^{-}$$

0.1   0.1   0.2

$$Ksp = [Ba^{+2}] [CrO_4^{-2}]$$

$$1.2 \times 10^{-10} = (0.1 + \underline{y}) (y)$$

تهمل

$$Y = \frac{1.2\times10^{-10}}{10^{-1}} = 1.2 \times 10^{-9} \quad M$$

س 22 // كم ستكون قيمة pH المحلول الناتج من مزج 20 mL من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع 50 mL من 0.1 M حامض الخليك CH3COOH ؟ علماً بأن $Ka(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

ج //

التفاعل تفاعل تعادل (حامض ضعيف + قاعدة قوية)

ملاحظة // الحجم ليس (واحد لتر) لذا سوف نقارن بالمولات و ليس بالمولارية كما يمكن عدم تحويل الحجم ⟵ (ml / L) و المقارنة بـ (الملي مولات)

$NaOH + CH_3COOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$

$NaOH$	CH_3COOH	CH_3COONa	H_2O
M.V	M.V		
0.2 x 20 mL	0.1 x 50 mL		
4 mmol	5 mmol	0.0	0.0
-4	-4	+4	+4
0.0	1 mmol	4 mmol	4 mmol

1 mmol ⟶ 4 mmol أيون مشترك (بفر)

$M\ CH_3COOH = \frac{n}{v(L)} = \frac{1\ mmol}{(50+20)ml} = 0.014\ M$

$M\ CH_3COONa = \frac{n}{V} = \frac{4\ mmol}{(50+20)ml}$ 0.057 M

ملاحظة :- $\frac{mol}{L} = M = \frac{mmol}{mL}$

$pH = pKa + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$pH = 4.74 + \log\frac{0.057}{0.014}$

$pH = 4.74 + \log 4$

$pH = 4.74 + 0.6 = 5.34$

س 23 // عند اضافة 25 ml من 0.2 M محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH إلى 50 ml من 0.1 M محلول حامض الخليك , ماذا ستكون قيمة الأس الهيدروجيني للمحلول الناتج ؟

ج // تفاعل تعادل (حامض ضعيف + قاعدة قوية)

ملاحظة :-

.. الحجم ليس لتر واحد لذا نقارن بالمولات أو الملي مولات لنعرف ايها أكبر الحامض أم القاعدة

$NaOH + CH_3COOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$

$NaOH$	CH_3COOH	CH_3COONa	H_2O
M . V	M . V		
0.2 x 25 mL	0.1 x 50 mL		
5 mmol	5 mmol	0.0	0.0
-5	-5	+5	+5
0.0	0.0	5 mmol	5 mmol

(الناتج ملح قاعدي)

$M\ CH_3COONa = \frac{n}{v} = \frac{5\ mmol}{(25+\quad)mL} = 0.066\ M = 6.6 \times 10^{-2}$

$pH = \frac{1}{2}[\,14 + 4.74 + \log 6.6 \times 10^{-2}\,]$

$pH = \frac{1}{2}[\,18.74 + (-\,1.18045\,)\,]$

$pH = \frac{1}{2}[\,17.56\,]$

$pH = 8.7$

س 24 // أحسب قيمة الـ pH لمحلول ناتج من مزج 26 mL من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم مع 50 mL من 0.1 M حامض الهيدروكلوريك ؟ ج : 11.42

ج // تفاعل تعادل (حامض قوي + قاعدة قوية)

ملاحظة :-

.. الحجم ليس لتر واحد
لذا نقارن بالمولات
أو الملي مولات و ليس
بالتركيز المولاري

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

NaOH	HCl	NaCl	H_2O
M . V	M . V		
0.2 x 26 mL	0.1 x 50 mL		
5.2 mmol	5 mmol	0.0	0.0
-5	-5	+5	+5
0.2 mmol	0.0	5 mmol	

(ملح متعادل ليس له تأثير في pH)

∴ نحسب pH المحلول من كمية القاعدة الزائدة

$M\ NaOH = \frac{n}{V} = \frac{0.2\ mmol}{(26+50)\ ml} = 2.6 \times 10^{-3}\ M$

$[NaOH] = [OH^-] = 2.6 \times 10^{-3}\ M$

قاعدة قوية

$\therefore pOH = -\log [OH^-]$

$pOH = -\log 2.6 \times 10^{-3}$

$pOH = -(0.42 - 3)$

$pOH = 2.58$

$pH + pOH = 14$

$pH = 14 - 2.58$

$pH = 11.42$

س 25 // كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم (M = 56 g / mole) اللازم اضافتها الى 200 mLمن الماء لتصبح قيمة pH المحلول الناتج تساوي 11 ؟

ج // KOH قاعدة قوية أحادية الهيدروكسيد

نجد أولاً التركيز المولاري للقاعدة

$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$

$pH = 11$

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}\ M$

$[H^+][OH^-] = Kw$

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-11}} = 1 \times 10^{-3}\ M$

$[KOH] = [OH^-] = 10^{-3}\ M$

نجد الكتلة من التركيز المولاري

$m = M . V . M$

$m = 1 \times 10^{-3} \times \frac{200}{1000} \times 56$

$m = 0.0112\ g$

س 26 // اذا علمت أن درجة تفكك 0.1 M حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01 % كم هو ثابت تأين هذا الحامض ؟ ج : 1×10^{-9}

ج // HCN حامض ضعيف

$$HCN \longleftrightarrow H^+ + CN^-$$

0.1   0.0   0.0

0.1 – x   x   x

النسبة المئوية للتفكك = % $\frac{\text{المتأين}}{\text{الأبتدائي}}$ x 100 %

$0.01\ \% = \frac{X}{0.1} \times 100\ \%$

$X = 10^{-5}\ M = [\ H^+\ ]$

$Ka = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{X2}{y-x}$ ← تهمل

$Ka = \frac{(10^{-5})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-9}$

س 27 // أحسب الذوبانية المولارية S (التركيز المولاري للأيونات الناتجة من تفكك الملح عند حالة الأتزان و الذوبانية بدلالة (g / L) لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ (M = 99.4 g / mol) أذا علمت أن $K_{sp}\ (Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$

ج : 1.3×10^{-13}

ج //





2014
دور اول
2016
تمهيدي

$$Zn(OH)_2 \longleftrightarrow Zn^{+2} + 2OH^-$$

S   2S

$Ksp = [\ Zn^{+2}\ ]\ [\ OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-17} = S \times (2S)^2$

$1.2 \times 10^{-17} = 4S^3$

$S^3 = \frac{12 \times 10^{-18}}{4} = 3 \times 10^{-18}$

$S = 1.19 \times 10^{-6}\ M$

الذوبانية الغرامية = الذوبانية المولارية x M

$= 1.19 \times 10^{-6} \times 99.4$

(g / L) الذوبانية الغرامية = 0.00012 g / L

س 28 // أحسب قيمة الأس الهيدروجيني لمحلول نتج من تخفيف 1 ml من 13.6 M حامض الهيدروكلوريك الى لتر بالماء . ج : 1.866

ج // محلول HCl (حامض قوي) (تخفيف)

$M_1 V_1 = M_2 V_2$

$13.6 \times \frac{1}{1000} = M_2 \times 1$

$M_2(HCl) = 0.0136\ M$

بعد التخفيف

$$HCL \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$[HCl] = [H^+] = 0.0136\ M$

$\therefore pH = -\log [\ H^+\ ] = -\log 0.0136$

$pH = 1.866$

س 29 // أن تركيز أيون الكالسيوم (M = 40 g / mole) في بلازما الدم يساوي 0.1 g / L فأذا كان تركيز أيون الأوكزالات فيه يساوي 1×10^{-7} هل تتوقع أن تترسب أوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 ($pK_{sp} = 8.64$) ؟

ج : لا يحصل ترسيب

ج // لمعرفة حصول ترسيب أم لا نجد الحاصل الأيوني و نقارنه بـ (Ksp)

$$CaC_2O_4 \longleftrightarrow Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$$

$$[Ca^{+2}] = \frac{\text{التركيز الغرامي}}{M} = \frac{0.1}{40} = 0.0025\ M \qquad = 2.5 \times 10^{-3}$$

الحاصل الأيوني = $[Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}]$

الحاصل الأيوني = $2.5 \times 10^{-3} \times 10^{-7}$

الحاصل الأيوني = 2.5×10^{-10}



$pKsp = -\log Ksp$

$-8.64 + 9 - 9 = \log Ksp$

$0.36 - 9 = \log Ksp$

$2.5 \times 10^{-19} = Ksp$

∴ Ksp > الحاصل الأيوني

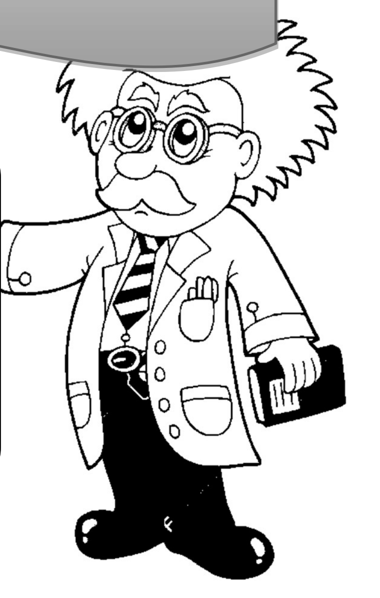
$2.5 \times 10^{-9} > 2.5 \times 10^{-10}$

∴ لا يحصل الترسيب



Chemistry

للصف السادس علمي
الفرع الاحيائي



اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

07807502408

الفصل الرابع
الكيمياء الكهربائية



الفصل الرابع

تفاعلات التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية

أعداد التأكسد

1) عدد التأكسد لأي عنصر غير متحد (عنصر حر) يساوي صفر .

مثل : Na . Be . H_2 . O_2 . P_4 .

2) عدد تأكسد كل عنصر هو الشحنة الموضوعة على العنصر .

Na^+ . O^{2-} . Fe^{3+} . Li^+ .

3) اعداد التأكسد الشائعة والمهمة في هذا الفصل لبعض العناصر .

H^+ . Ag^+ . Rb^+ . k^+ . Na^+ . Li^+

Br^- . CL^- . I^- .

Mg^{2+} . Pb^{2+} . Cu^{2+} . Zn^{2+} . CO^{2+} . Ni^{2+}

Mn^{2+} . Sn^{2+} . Hg_2^{2+} . Hg^{2+} . Cd^{2+} . Fe^{2+}

Ba^{2+} . Ca^{2+} . Be^{2+}

AL^{3+} . Fe^{3+} . Cr^{3+} . Au^{3+}

Sn^{4+}

كيف نجد عدد التأكسد ضمن المركب

$K_2\,Cr_2\,O_7$ Cr^{3+}

$(+1) + 2+2\ x\ +7(-2) = 0$ ⟹ $X = +6$

....

$Na\,IO_3$ I^{5+}

$(+1) + x + 3\,(-2) = 0$ ⟹ $X = {}^{+}5$

....

$Mn\,Ou^{1-}$ ⟹ $Mn\,Ou$ ⟹ Mn^{7+}

$X + 4\,(-2) = -1$ $X = +7$

....

H_2SO_4 S^{6+}

$2(+1) + X + 4\,(.2) = 0$ ⟹ $X = +6$

....

H_2Co_3 ⟹ H_2Co_3 C^{4+}

$2(+1)+X+3(-2) = 0$ $X = +4$

HPO_4^{2-} ⟹ HPO_4 P^{7+}

$(+1) + X + 4(-2) = 2^- \Longrightarrow X = 7^+$

الكيمياء الكهربائية

فرع من فروع الكيمياء , تهتم بالتحولات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية حيث تحصل بعض التفاعلات الكيميائية نتيجة لأمرار تيار كهربائي وتؤدي بعض التفاعلات الكيميائية الى نشوء تيار كهربائي .

العمليات الكهروكيميائية :- هي تفاعلات تأكسد واختزال يتم فيها انبعاث طاقة بواسطة تفاعل تلقائي , تتحول هذه الطاقة الى طاقة كهربائية او يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لانجاز تفاعل غير تلقائي

تفاعلات التأكسد والاختزال

عملية التأكسد (تأكسد – فقدان – انود)

التأكسد :- عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات ويؤدي الى زيادة في اعداد التأكسد .

الأنود :- القطب الذي تجري عنده عملية الأكسدة (الفقدان) والذي يكون مصدر الألكترونات .

العامل المختزل :- المادة الذي تتأكسد وتسبب اختزالاً لمادة اخرى .

تفاعل تأكسد

انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

(عامل مختزل)

~~~~~~

عملية الاختزال (اختزال – اكتساب – كاثود)

الأختزال : تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة أو مجموعة من الذرات ألكترونات يصاحبها نقصان في أعداد التأكسد للعنصر .

الكاثود : القطب الذي تجري عنده عملية الأختزال و الذي تتحول اليه الألكترونات المنتقلة من الآنود

العامل المؤكسد :- المادة التي تختزل وتسبب تأكسد لمادة اخرى .

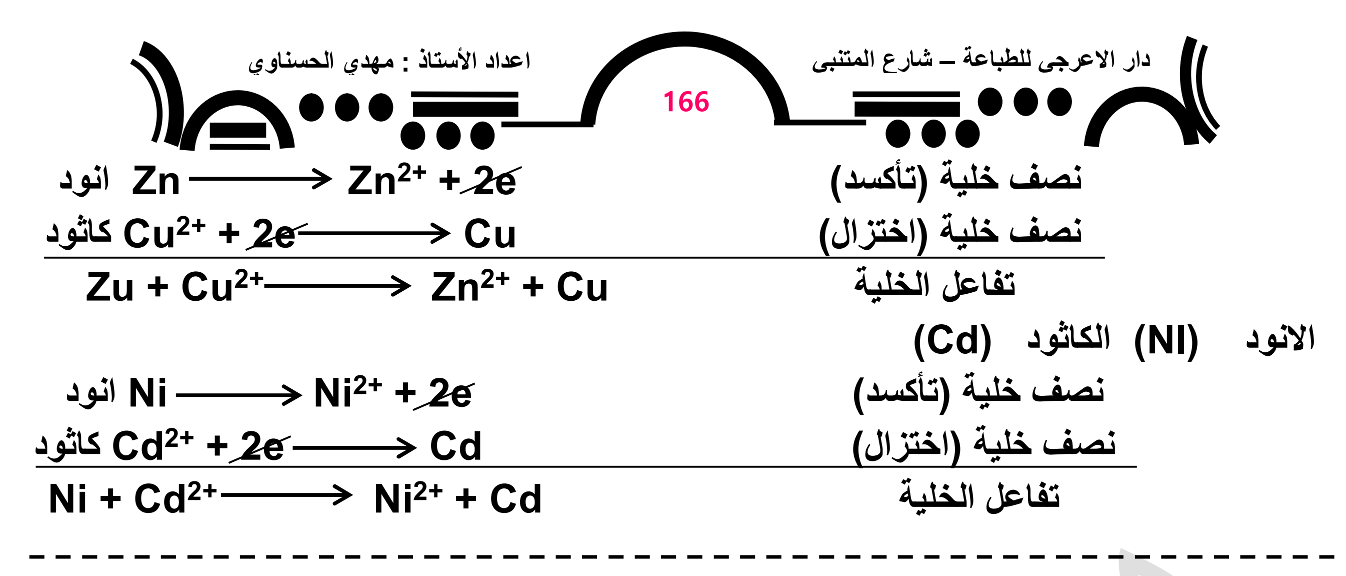
تفاعل اختزال

كاثود $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

(عامل مؤكسد)

مثال // كيف تكتب تفاعل تأكسد واختزال لخلية فيها :

1) الانود (Zn) والكاثود (Cu)
~~~~~~



نصف خلية (تأكسد) انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$

نصف خلية (اختزال) كاثود $Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$

تفاعل الخلية $Zu + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$

الانود (NI) الكاثود (Cd)

نصف خلية (تأكسد) انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e$

نصف خلية (اختزال) كاثود $Cd^{2+} + 2e \longrightarrow Cd$

تفاعل الخلية $Ni + Cd^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Cd$

تمرين (2 – 4) حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزالاً في التفاعلات الانية مع كتابة انصاف التفاعل للتأكسد والاختزال .

1) $Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$

فقدان (انود)

اكتساب (كاثود)

(تأكسد) انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

(اختزال) كاثود $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

تفاعل الخلية $Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$

2) $Mg + {}_2H^+CL^- \longrightarrow Mg^{+2}CL^- + H_2$

انود (فقدان)

اكتساب (كاثود)

(تأكسد) انود $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

(اختزال) كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

تفاعل الخلية $Mg + {}_2H^+ \longrightarrow Mg^{2+} + H_2$

تمرين (3 – 4) حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات :

1) $2C + O_2 \longrightarrow 2C^{+2}O^{-2}$

فقدان (انود)

اكتساب (كاثود)

(تأكسد) عامل مختزل $2C \longrightarrow C^{+2} + 4e^-$

(اختزال) $O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$

2) $Mg + CL_2 \longrightarrow Mg^{2+} + C^-L_2$

فقدان (انود)

اكتساب (كاثود)

نصف خلية (تأكسد) عامل مختزل $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e$

نصف خلية (اختزال) عامل مؤكسد $CL_2 + 2e \longrightarrow {}_2CL^-$

$Mg + Fe^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Fe$

اكتساب (كاثود)

فقدان (انود)

(تأكسد) عامل مختزل $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e$

(اختزال) عامل مؤكسد $Fe^{2+} + 2e \longrightarrow Fe$

س // حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزال في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعل للتأكسد والاختزال.



1) $CL_2 + {}_2I^- \longrightarrow 2CL^- + I_2$

2) $Mg + Fe^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Fe$

س // حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :-

واجب

1) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

2) $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3) + {}_2Ag$

الخلايا الكهروكيميائية :-

تتكون الخلية الكهروكيميائية عادة من قطبين يسمى احداهما القطب الموجب او الانود اما القطب الثاني فهو القطب السالب ويدعى بالكاثود ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الاكسدة والاختزال التي تجري على سطحي القطبين .

تقسم الخلايا الكهروكيميائية الى :-

1) الخلايا الكلفانية (الفولتائية)
2) خلايا التحلل الكهربائي.

الخلايا الكلفانية :- هي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً لتوليد تيار كهربائي وتسمى مثل هذه الخلايا بالخلايا الكلفانية او الفولتائية

خلية دانيال :- خلية كلفانية فولتائية تتكون من قطب الانود (لوح من الخارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين) وقطب الكاثود (لوح من النحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس) .

تكتب خلية دانيال $E^\circ_{anode} = 0.76\ V$ انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

$E^\circ_{cathod} = 0.34\ V$ كاثود $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathod} + E^\circ_{anode}$

خلية دانيال $E^\circ = 0.76 + 0.34 = 1.1V$

يربط قطبا الانود والكاثود في خلية دانيال بسلك موصل ينقل الالكترونات فيما يربط محلولي القطبين بجسر ملحي يساعد على انتقال الايونات بين محلولي القطبين .

الجسر الملحي :- انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الكتروليتي خامل لايتغير كيميائياً خلال العملية يثبت بداخل الانبوب بمادة الاكار ويملئ الجسر الملحي بمركبات منها

K_2SO_4 * KNO_3 * KCL

اهمية الجسر الملحي

1) يساعد على انتقال الايونات بين المحلولين واعادة موازنة المحلولين .
2) يساعد على اكمال الدائرة الكهربائية .

الأكار :- مادة صمغية يحصل عليها من الطبيعة ولها استخدامات متعددة حيث تصبح سائلة عند تسخينها وتتصلب في درجة حرارة الغرفة وتستخدم في تثبيت المادة في الجسر الملحي .

قياس جهود الاقطاب

القطب :- هو لوح مغمور في محلول ايوناته او في حالة تماس معها .

جهد القطب :- فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايوناته .

جهد التأكسد :- مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات .

جهد الاختزال :- مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات .

العوامل المؤثرة على جهد الخلية

1) طبيعة الاقطاب او الايونات
2) تراكيز الايونات
3) درجة الحرارة

جهد الخلية :- اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الكلفانية . ويرمز له (E_{cell}) وهو مقياس للقوة الدافعة الكهربائية للتفاعل الحاصل في الخلية .

يحسب جهد الخلية القياسي من العلاقة

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

"ملاحظة" / جهد الخلية القياسي يقاس عند ظروف قياسية (25C°) وضغط (1 atm) والتراكيز المولارية للايونات في محاليل الاقطاب (1 M) .

قطب الهيدروجين القياسي (S H E)

هو قطب مكون من غاز H_2 تحت ضغط (1 atm) وبأتصال مباشر مع محلول ايون الهيدروجين بتركيز (1 M) ودرجة حرارة (25 C°) وتم اعتباره مساوياً للصفر ويستخدم في حساب جهود الاقطاب الاخرى .

علل // تم اختيار قطب الهيدروجين كقطب مرجع ؟
الجواب // لأن عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كقطب انود او كاثود .
علل / استخدام عنصر البلاتين في صناعة الاقطاب الغازية ؟
الجواب // لأنه مادة خاملة لاتعاني تأكسد او اختزال تحت الظروف الاعتبارية .

س // ما اهمية استخدام البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين ؟
الجواب // 1) لتوفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .
2)توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الكهربائية .

علل // لايمكن حساب جهد قطب لوحده ؟
الجواب // لانه تحصل عملية التأكسد دون حصول عملية الاختزال اي ان عملية التأكسد لقطب والاختزال لقطب اخر متلازمتان
علل//عند ضرب طرفي معادلات الاقطاب بعدد معين فأن قيمة جهد القطب القياسي تبقى ثابتة لاتتغير
الجواب //لان الجهد من الخواص المركزة التي لايعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل وانما يعتمد فقط على التركيز المولاري لايونات المحلول في القطب .

ملاحظات تساعدنا على حساب جهود الاقطاب والخلايا

1) جهد قطب الهيدروجين القياسي = صفر
2) جهد تأكسد اي قطب يساوي عكس جهد اختزاله

مثال :

جهد اختزال Cu^{2+} يساوي 0.34 V

∴ جهد تأكسده يساوي 0.34 V -

3) ان مضاعفة او تنصيف معادلة الانود او الكاثود لاتؤثر على جهود الاقطاب .
4) اذا كانت لديك قطبين لهما جهود اختزال فنأخذ اعلى جهد اختزال ونعتبره كاثود ونقلب جهد الاختزال الثاني ونعتبره أنود .
5) العمليات الذي تحدث عند الأنود (تأكسد , اذابة , تأكل , تحرر الغازات مثل $(Br_2$ * $CL_2)$
6) العمليات الذي تحدث عند الكاثود (اختزال , ترسيب , طلاء , تحرر غاز H_2 فقط)
7) اذا كان جهد الخلية = + فالتفاعل تلقائي - = ΔG
8) اذا كان جهد الخلية = - فالتفاعل غير تلقائي + = ΔG
9) يمكن تحويل التفاعل الغير تلقائي الى تفاعل تلقائي بعكس الاقطاب .
10) اذا كان التفاعل تلقائي فهذا يعني (يحصل اذابة , يحصل تأكسد , يحصل اختزال , يحصل تحرر , يحصل ترسيب ....)
11) اذا كان التفاعل غير تلقائي فهذا يعني انه لايحصل اذابة , لايحصل تأكسد , لايحصل اختزال , لايحصل تحرر.........)

تمرين (5 – 4) احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكادميوم (Cd) المغمور في محلول (1 M) من نترات الكادميوم وقطب الكروم Cr مغمور في (1 M) نترات الكروم اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ Cr^{2+} / Cr = -0.74\ V$. $E^\circ Cd^{+2} / Cd = -0.40\ V$

الحل //

نأخذ أعلى جهد اختزال (كاثود) $E^\circ Cd^{2+} / Cd = -0.40\ Cd$

ونأخذ اقل جهد اختزال نقلبه ونجعله (انود) $E^\circ Cr^{2+} / Cr = -0.74$

انود $Cr \longrightarrow Cr^{2+} + 2e^-$ $E^\circ_{anod} = +0.74\ V$

كاثود $Cd^{2+} + 2e \longrightarrow Cd$ $E^\circ_{cathod} = -0.40\ V$

$Cr + Cd^{2+} \longrightarrow Cr^{2+} + Cd$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = 0.74 + (-0.40)$

$E^\circ_{cell} = +0.34\ V$

تمرين (6 – 4) هل يمكن حدوث كل من تفاعلات التأكسد والاختزال الممثلة بالمعادلات التالية تحت الضروف القياسية بشكل تلقائي اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ CO^{2+} / CO = -0.28\ V$. $E^\circ Ni^{2+} / Ni = -0.25\ V$

$E^\circ Fe^{2+} / Fe = -0.44\ V$. $E^\circ Au^{3+} / Au = +1.50\ V$

$$Ni_{(s)} + CO^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Co_{(s)}$$

فقدان (أنود)

اكتساب (كاثود)

$$_3Fe_{(s)} + {_2}Au^{3+}_{(aq)} \longrightarrow {_3}Fe^{2+}_{(aq)} + {_2}Au_{(s)}$$

فقدان (أنود)

اكتساب (كاثود)

انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$ $E^\circ_{anod} = +0.25\ V$

كاثود $Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$ $E^\circ_{cathod} = -0.28\ V$

$$Ni + Co^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Co$$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = 0.25 + -0.28 = -0.63\ V$

∴ التفاعل الاول غير تلقائي

انود $3 \times Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ $E^\circ = {^+}0.44\ V$

كاثود $2 \times Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$ $E^\circ = +1.50\ V$

$3Fe \longrightarrow 3Fe^{2+} + 6e^-$ $E^\circ = +0.44\ V$

$2Au^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2Au$ $E^\circ = +1.50\ V$

$$3Fe + 2Au^{3+} \longrightarrow 3Fe^{2+} + 2Au$$

$E^\circ_{cell} = E_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ = 0.44 + 1.50$

$= 1.94\ V$ ⟹ ∴ التفاعل تلقائي

انواع الاقطاب

1) القطب الفلزي :- يتكون من غمر لوح من الفلز في محلول ايونات ذلك الفلز . مثل غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين.

القطب الغازي :- يتكون من ضخ غاز خلال انبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز

2) اقطاب التأكسد والاختزال (القطب الايوني) :-

تتكون من غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفتين . مثل وجود (F^{+2} . F^{+3}) في نفس المحلول .

التعبير عن الخلية الكلفانية كتابةً

1) الاقطاب الفلزية

رمز العنصر	رمز الايون التركيز المولاري (كاثود)	‖	رمز الايون التركيز المولاري (انود)	رمز العنصر
Cu	Cu^{2+} IM	‖	Zn^{2+} IM	Zn

~~~~~~

2) الاقطاب الغازية

	كاثود		‖	انود		
Pt	الغاز (الضغط)	ايون الغاز التركيز (M)	‖	ايون الغاز التركيز (M)	الغاز (الضغط)	Pt
Pt	CL_2 (1 atm)	CL^- (IM)	‖	H^+ (IM)	H_2 (1 atm)	Pt

~~~~~~

3) الاقطاب الايونية

	كاثود		‖	انود		
Pt	رمز الايون الاصغر (M) . و	رمز الايون الاكبر (M)	‖	رمز الايون الاكبر (M) . و	رمز الايون الاصغر (M)	Pt
Pt	Sn^{2+} (IM) . و	Sn^{4+} (IM)	‖	Fe^{3+} (IM) . و	Fe^{2+} (IM)	Pt

تمرين (7 – 4) التفاعل العام لخلية كلفانية هو الاتي

$$2CL^- + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow CL_{2(g)} + 2Ag_{(s)}$$

عبر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال .

الحل //

$$2CL^- + 2Ag^+ \longrightarrow CL_2 + 2Ag$$

فقدان (انود)

اكتساب (كاثود)

انود $2CL^- \longrightarrow CL_2 + 2e^-$ E°_{anod}

كاثود $2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow Ag$ E°_{cathod}

التعبير عن خلية

	كاثود		‖	انود		
Ag		Ag^+ IM	‖	CL^- IM	CL_2 1 atm	Pt

تمرين (8 – 4) هل بأمكان محلول HCL اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز (IM) للخلية التالية , علماً ان جهد الاختزال القياسي للفضة

$E^\circ Ag^+ / Ag = +0.8\ V$

Ag	Ag^+ (IM)	H^+ (IM)	H_2 (1 atm)	Pt

الحل :-

انود $2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + 2e^-$ $E^\circ_{anod} = -0.80\ V$

كاثود $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$ $E^\circ_{cathod} = 0.0\ V$

$2Ag + 2H^+ \longrightarrow 2Ag^+ + H_2$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = -0.80 + 0.0$

$E^\circ_{cell} = -0.80\ V$

∴ التفاعل غير تلقائي لذا لايحصل اذابة لفلز الفضة.

س1 / التفاعل التالي

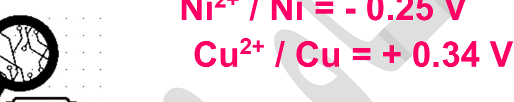
$Mg + 2HCL \longrightarrow MgCL_2 + H_2$



اكتب تفاعل الاكسدة والاختزال وبين هل يحدث التفاعل المذكور تلقائياً ثم عبر عن الخلية كتابةً علماً ان جهد الاختزال القياسي $Mg^{2+} / Mg = -2.37\ V$ (تلقائي)

س2 / هل يستطيع قطب النيكل في ظروف قياسية ترسيب ايونات النحاس في محلولها الذي تركيزه (IM) علماً ان جهود الاختزال القياسية

$Ni^{2+} / Ni = -0.25\ V$



$Cu^{2+} / Cu = +0.34\ V$

ج // نعم (ممكن ترسيب النحاس)

س3 / هل بأمكان قطب الخارصين القياسي تحرير غاز H_2 في محلول يحتوي على ايونات الهيدروجين بتركيز (IM) علماً ان جهد اختزال $Zn^{2+} / Zn = -0.76\ V$

ج / يمكن للخارصين تحرير الهيدروجين

مثال (5 – 4)



أكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال و تفاعلها العام و أحسب جهد الخلية القياسي اذا علمت أن جهود الاختزال القياسي $E^\circ_{cu^{2+}/cu} = +0.34\ V$, $E^\circ_{zn^{2+}/zn} = -0.76\ V$

مثال (6 – 4)



عبر عن الخلية الموضح شكلها في الرسم كتابةً ثم أكتب تفاعلات نصفي الخلية و تفاعلها العام

العلاقات بين جهد الخلية E_{cell}
وطاقة كبس الحرة ΔG و ثابت الاتزان Keq

علاقات مهمة

1) $\Delta G = -nFE_{cell}$

2) $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$

حيث ΔG الطاقة الحرة والطاقة الحرة القياسية ΔG°

E جهد الخلية E° جهد الخلية القياسي

n (عدد الالكترونات)   F ثابت فرداي 96500

3) $\Delta G^\circ = -RT\ LnKeq$

4) $E^\circ = \frac{RT}{nF} LnKeq$

5) عند درجة $25C^\circ$ نستخدم $E^\circ = \frac{0.026}{n} LnKeq$

تمرين (9 – 4) احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية القياسي الاتية عند درجة حرارة ($25C^\circ$)

$$3Hg_2^{2+} + 2Cr \longrightarrow 6Hg + 2Cr^{3+}$$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ_{Hg^+ / Hg} = +0.85\ V$

$E^\circ_{Cr^{3+} / Cr} = -0.74V$

الحل :-

$E_{anod} = 0.74$

$E_{cathod} = 0.85$

$$2Cr \longrightarrow 2Cr^{3+} + \cancel{6e^-}$$
$$3Hg_2^{2+} + \cancel{6e^-} \longrightarrow 6Hg$$

$$2Cr + 3Hg^{2+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6Hg$$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = 0.74 + 0.85$

$E^\circ_{cell} = {}^+1.59\ V$

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$

$\Delta G^\circ = -6 \times 96500 \times 1.59 \quad = -920610\ \ J/mol$



2013

تمرين (10 – 4) لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة حرارة $25C^{\circ}$

$$2Fe^{3+} + 2I^{-} \longrightarrow 2Fe^{2+} + I_2$$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسي $E^{\circ}Fe^{3+} / Fe^{2+} = {}^{+}0.77$ $\quad$ $E^{\circ}I_2 / I^{-} = {}^{+}0.53\ V$

احسب :-

1) جهد الخلية القياسية . 2) طاقة كبس الحرة القياسية . 3) ثابت الاتزان .

الحل :-

$E_{anod} = -0.54$ $\qquad$ $2I^{-} \longrightarrow I^{2} + 2e^{-}$

$E_{cathod} = 0.77\ V$ $\qquad$ $2Fe^{3+} + 2e \longrightarrow 2Fe^{2+}$

$$2I^{-} + 2Fe^{3+} \longrightarrow I_2 + 2Fe^{2+}$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anod} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E^{\circ}_{cell} = -0.54 + 0.77$$

$$E^{\circ}_{cell} = +0.23\ V$$

$$\Delta G^{\circ} = -nFE$$

$$\Delta G^{\circ} = -2 \times 96500 \times 0.23$$

$$\Delta G^{\circ} = -44390\ J/mol$$

$$E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026}{n}\ LnKeq$$

$$0.23 = \frac{0.026}{2}\ LnKeq$$

$$17.6 = LnKeq \Longrightarrow Keq = 1 \times 10^{-7}$$

وزاري

2015
دور ثالث

س1 // احسب جهد الخلية القياسي والطاقة الحرة القياسية للخلية عند $25C^{\circ}$ التفاعل

$$Sn + 2Ag^{+1} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag$$

علماً ان جهود الاختزال القياسية

$Sn^{+2} / Sn = -0.14$ $\qquad$ $Ag^{1+} / Ag = +0.80\ V$

س2 // احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية للخلية التي تفاعلها :

$$Co + 2Ag^{+} \longrightarrow Co^{2+} + 2Ag$$





علما ان جهود الاختزال القياسي لـ

$Ag^{+} / Ag = {}^{+}0.8$ $\quad$ * $\quad$ $Co^{2+} / Co = -0.28$

س3 // خلية فولتائية تفاعلها العام في درجة $25C^{\circ}$ $\quad Ni + 2H^{+} \longrightarrow Ni^{2+} + H_2$

وجد ان جهدها يساوي (0.25 V) . احسب التغير في الطاقة الحرة.

مثال (7 – 4)



خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام $\qquad 2Ag^{+} + Pb \longrightarrow 2Ag + Pb^{+2}$

أحسب قيمة ΔG° و ثابت الأتزان K_{eq} عند درجة حرارة $25\ C^{\circ}$ علماً أن جهود الأختزال القياسية

$E^{\circ}_{Ag^{+}} / {}_{Ag} = +0.80\ V$ $\quad , \quad$ $E^{\circ}_{pb^{2+}} / {}^{pb} = -0.13\ V$

معادلة نيرنست

هي العلاقة التي تربط جهد الخلية الغير قياسي (E_{cell}) مع جهد الخلية القياسي (E°_{cell}) عندما تكون جميع المواد المشاركة ذات تركيز لايساوي الواحد الصحيح وفي درجات حرارة مختلفة .

معادلة نيرنست

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{RT}{nF} \ LnQ$$

معادلة نيرنست عند 25C°

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \ LnQ$$

~~~~~~

تمرين (11 – 4) بأستخدام الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل ادناه. (الرسم ص 178) في تجربة وجد ان (E_{cell}) للخلية تساوي 0.45 V عند 25C° . افترض ان $[Zn^{2+}] = 0.1M$ وضغط غاز الهيدروجين (1 atm) احسب التركيز المولاري لايونات H^+ . اذا علمت ان

$E^{\circ}Zn^{2+} / Zn = - 0.76 \ V$

الحل :-

انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ $\quad E^{\circ}_{anode} = 0.76$

كاثود $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = 0.0$

$$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + H_2$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anod} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E^{\circ}_{cell} = 0.76 + 0.0 = 0.76 \ V$$

$$E_{cell} = E_{cell} - \frac{0.026 \ V}{n} \ Ln \frac{[Zn^{2+}]}{[H^+]2}$$

$$0.45 = 0.76 - \frac{0.026}{2} \ Ln \frac{0.1}{[H^+]2}$$

$$\therefore \ 0.45 - 0.76 = - 0.013 \ Ln \frac{0.1}{[H^+]2}$$

$$-0.31 = -0.013 \ Ln \frac{0.1}{[H^+]2}$$

$$\frac{0.13}{0.013} = Ln \frac{0.1}{[H^+]2}$$

$$23.8 = Ln \frac{0.1}{[H^+]} \Longrightarrow [H^+] = 0.1 \ M$$



2015
تمهيدي
~~~~~~

تمرين (4 – 12) احسب ΔG . E_{cell} . $E°_{cell}$ للخلية الاتية

$$Mg \mid Mg^{+2}\ (0.05\ M) \parallel Sn^{+2}\ (0.04\ M) \mid Sn$$

اذا علمت أن جهود الأختزال القياسية

$Mg^{+2} \mid Mg = -2.37\ V$ $Sn^{+2} \mid Sn = -0.14\ V$

الحل //

أنود $Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $E_{anode} = +2.37\ V$

كاثود $Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn$ $E_{cathod} = -0.14\ V$

$$Mg + Sn^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Sn$$

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod}$$

$$E°_{cell} = +2.37 + (-0.14) = 2.23\ V$$

$$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Mg^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$

$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{0.05}{0.04}$$

$$E_{cell} = 2.227\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 2.227$$

$$= -424600\ J / mol$$

س1 / خلية فولتائية تفاعلها في $25C°$

$Cu^{2+} + Mg \longrightarrow Cu + Mg^{2+}$ احسب ΔG لها ثم عبر عن الخلية كتابةً علماً ان

$0.001M$ $0.01M$



جهود الاختزال القياسية

$Mg^{2+} / Mg = -2.37\ V$ * $Cu^{2+} / Cu = 0.34\ V$

ج/ (511604.4-)

~~~~~~

مثال (8 – 4)



2013
خارج العراق

أحسب جهد الخلية E_{cell} عند درجة الحرارة $25C°$ للخلية التي تفاعلها العام

$$2Ag^+ + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{2+}$$

اذا علمت ان تراكيز الايونات $[Cu^{2+}] = 0.01\ M$

$[Ag^+] = 0.01\ M$ وجهود الاختزال القياسية

واجب

$E°_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ و $E°_{Ag^+/Ag} = +0.80\ V$
~~~~~~

الخلايا الالكتروليتة

هي خلايا مستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي ولها تطبيقات مهمة في الصناعة تستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات وفي عملية الطلاء الكهربائي

س / ما المقصود بالطلاء الكهربائي ؟ وما اهميته ؟

الجواب /

الطلاء الكهربائي :- هي طريقة يستخدم بها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر .

اهميته /

1) لحماية المعادن من الصدأ والتأكل
2) اكتساب المعادن مظهر مرغوب وجميل

2013 تمهيدي
2014 دور ثاني

وزاري

س/ علام تعتمد جودة الطلاء الكهربائي ؟

1) ان تكون شدة التيار المستخدم ضعيفة
2) ان يكون تركيز ايونات الغاز المراد الطلاء به قليل .

2015 دور ثالث

وزاري

س / مم تتركب حلية الطلاء الكهربائي ؟

1) قطب انود وهو المادة المراد الطلاء بها
2) قطب كاثود وهو المادة المراد طلائها
3) محلول حلية يحتوي على ايونات الفلز المراد الطلاء بها

قوانين فاراداي

القانون الاول :- تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية .

القانون الثاني :- تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تحرر كغازات عند هذه الاقطاب بأستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة .

---

1) $Q\ (Mol\ .\ e^-) = \frac{I * t}{96500}$ $\qquad Q\ (c) = I * t$

عدد الكولومات

حيث I شدة التيار وحداته (A) .

t الزمن وحداته (S) .

* يجب تحويل الزمن الى الثانية

الدقيقة = 60 s

الساعة = 3600 s

2) $Q\ (Mol\ .\ e^-) = n\ .\ e^-$ ← عدد الألكترونات المفقودة أو المكتسب من المعادلة أو تكافؤ العنصر

n : عدد المولات

$n = M\ .\ V$

$n = \frac{m\ \text{الكتلة}}{M\ \text{الكتلة المولية}}$

$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افوكادرو}}$

$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد افوكادرو}}$

$n = \frac{\text{حجم الغاز}\ (L)}{22.4\ (\text{عدد المول})}$ عند STP

$n = \frac{p\ v}{R\ T}$

3) $Q\ (Mol\ .\ e^-) = \frac{\text{عدد الألكترونات المارة}}{\text{عدد افوكادرو}}$

عدد أفوكادرو $N_A = 6.023 * 10^{23}$

تمرين (13 – 4) ما شدة التيار اللازم امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة 200S ليرسب (3g) من الذهب عند الكاثود ؟ (الكتلة الذرية للذهب 197)

وزاري
2015 دور ثاني
2013 دور ثالث

الحل :-

نجد اولاً المولات

$n = \frac{m}{M}$

$n = \frac{3}{197} = 0.015\ Mol$

تكتب معادلة الذهب على الكاثود

$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$

من المعادلة كل $3Mol\ e^-$ يرسب مول واحد من Au

$\therefore Q\ (MoL\ e^-) = n \times e^-$

$Q\ (MoL\ e^-) = 0.015 \times 3 = 0.045\ MoL\ e^-$

$Q = \frac{I \times t}{96500}$

$0.045 = \frac{I \times 200}{96500}$

$\therefore I = 21.7\ A$

تمرين (14 – 4) محلول من كبريتات النحاس $CuSo_4$ تركيزه 0.2M وحجمه 600 Ml امرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5 A,احسب الزمن اللازم لكي يتبقى 0.03 MoL من ايون النحاس .

الحل :-

$n = M . V$

$n = 0.2 \times \frac{600}{1000} = 0.12$ MOL

عدد المولات المستهلكة = عدد المولات الكلية – عدد المولات المتبقية

$n (MOL) = 0.12 - 0.03 = 0.09$ MOL

المحلول يحتوي ايونات النحاس (Cu^{+2} - So_4^{-2}) لذا تعاني اختزال

$Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$

من المعادلة كل $2MOL . e^-$ ترسب 1Mol من Cu



2013

$Q = n \times e^-$

$Q = 0.09 \times 2 = 0.18$ MoL . e^-

$Q = \frac{I \times t}{96500}$

$0.18 = \frac{96.5 \times t}{96500}$

t = 180 S

مثال (9 – 4)

لتفاعل نصف الخلية الاتي : $Mg^{2+} + 2e \longrightarrow Mg$

احسب عدد غرامات المغنسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنسيوم عند امرار تيار شدته (25 A) لفترة ساعة (1hr) علماً ان الكتلة الذرية للمغنسيوم تساوي 24 ؟ ماهي عدد ذرات المغنسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف .



2015
تمهيدي



البطاريات (النضائد) وخلايا الوقود

البطارية :- تجمع من عدد من الخلايا الكلفانية ترتبط على التوالي ويكون جهدها مساواً لمجموع جهود الخلايا المتكونة فيها.

وتصنف الى نوعين :-

1) **بطاريات اولية :-** وهي البطاريات التي لايمكن اعادة شحنها مثل الخلية الجافة .
2) **بطاريات ثانوية :-** وهي البطاريات التي يمكن اعادة شحنها مثل الخزن الرصاصية .

1/ بطارية الخزن الرصاصية

الانود هو الرصاص $Pb + SO_4^{-2} \longrightarrow PbSO_4 + 2e^-$

الكاثود هو اوكسيد الرصاص $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \longrightarrow Pb\,SO_4 + {}_2H_2O$

التفاعل العام للخلية هو $Pb + PbO_2 + {}_2H_2SO_4 \longrightarrow {}^2PbSO_4 + {}_2H_2O$

تتكون من مجموعة خلايا رصاصية كلفانية جهد كل منها اكثر بقليل من ($_2$V) يغمر القطبين في محلول حامض H_2SO_4 كثافة تتراوح بين (1.2 g/ml الى 1.3 g/ml) .

وهذه البطارية مجموعة من ثلاث او ست خلايا تعمل كخلية كلفانية جهدها (6 V) او (12 V)

عملها :- عند استمرار عملها تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين كما ويستهلك H_2SO_4 بشكل متأين فتزداد كمية الماء .
وبعد ما تنطلق السيارة تنعكس تفاعلات نصفي الخلية نتيجة لفولتية التي يمنحها المولد فيعاد انتاج H_2SO_4 و PbO_2 و Pb حيث يتفكك $PbSO_4$ على القطبين .

خواصها :- 1) تعطي جهد قدره (6 V) او (12 V)
2) يمكن اعادة شحنها
3) تستعمل في تشغيل السيارات والمعدات الكهربائية

2) الخلية الجافة (خارصين – كاربون)

الانود :- وعاء خارصين مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكرافيت و NH_4CL حيث تتأكسد ذرات الخارصين

$$Zn + 2OH^- \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$$

الكاثود :- هو الكاربون حيث تنتقل الالكترونات ويختزل MnO_2 بوجود الماء

$$2MnO_2 + 2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2MnO(OH) + 2OH^-$$

التفاعل العام

$$Zn + 2MnO_2 + 2H_2O \longrightarrow Zn(OH)_2 + {}^2MnO(OH)$$

خواصها:-

1) تعطي جهد مقداره (1.48 V)
2) غير قابلة للشحن
3) تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب



بعض الأسئلة الاثرائية

س 1// خلية كلفانية عند 25 C° احد قطبيها من النحاس القياسي والاخر هيدروجين مغمور في محلول NH_4Cl بتركيز (0.1 M) ، احسب ΔG للخلية علماً ان $E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$.

الحل //

نختار النحاس كاثود لان جهد اختزاله اكبر من H_2

انود $H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = 0.0\ V$

كاثود $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$ $\qquad E^\circ_{cathode} = 0.34\ V$

$H_2 + Cu^{+2} \longrightarrow 2H^+ + Cu$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$
$$= 0.0 + 0.34$$
$$= 0.34\ V$$



$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[H^+]^2}{[Cu^{+2}]}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw\ \ C}{Kb}}$$

$$= \sqrt{\frac{10^{-14} * 10^{-1}}{10^{-5}}} = \sqrt{\frac{10^{-15}}{10^{-5}}} = \sqrt{10^{-10}}$$

$[H^+] = 10^{-5}\ M$

$$E_{cell} = 0.34 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{(10^{-5})^2}{1}$$
$$= 0.34 - 0.013\ Ln\ 10^{-10}$$
$$= 0.34 - (0.013 * -10 * Ln\ 10)$$
$$= 0.34 - (-0.013 * 10 * 2.3)$$
$$= 0.34 + 0.299$$
$$= 0.64\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$
$$= -2 * 96500 * 0.64$$
$$= -123520\ J$$

س 2 // املأ الفراغات :- في الخلية الاتية

$Cr \mid Cr^{+3} \mid\mid Sn^{+2} \mid Sn$ في درجة $25\ C^{\circ}$ ΔG لها تساوي (– 324529.5 J)

0.1 M   0.1 M فإن جهدها القياسي = ——— علماً ان (Ln 10 = 2.3)

انود $2Cr \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6e^{-}$

كاثود $3Sn^{+2} + 6e^{-} \longrightarrow 3Sn$

$2Cr + 3\,Sn^{+2} \longrightarrow 2Cr^{+3} + 3Sn$



$\Delta G = -\,nFE_{cell}$

$-\,324529.5 = -\,6 * 96500\ E_{cell}$

$E_{cell} = \frac{-\,324529.5}{-\,579000}$

$= 0.56\ V$

$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln\ \frac{[Cr^{+3}]^2}{[Sn^{+2}]^3}$

$0.56 = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{6}\ Ln\ \frac{(0.01)^2}{(0.01)^3}$

$E^{\circ}_{cell} = 0.56 + \frac{0.026}{6}\ Ln\ \frac{10^{-2}}{10^{-6}}$

$= 0.56 + 0.0043\ Ln\ 10^4$

$= 0.56 + 0.0043 * 4 * Ln\ 10$

$= 0.56 + 0.0043 * 4 * 2.3$

$= 0.56 + 0.0395$

$= 0.5995\ V$

س 3 // اريد من احد الطلبة كتابة تفاعل خلية فولتائية اقطابها كوبلت وكلور فكتبها بالشكل التالي

$Co^{+2} + 2Cl^{-} \longrightarrow Cl_2 + Co$ هل تعبير الطالب صح ام خطأ .

علماً ان $E^{\circ} = +\,1.36\ V$ $E^{\circ} = -\,0.28\ V$ Cl_2/Cl^{-} Co^{+2}/Co

الحل // من تعبير الطالب الكلور انود والكوبلت كاثود .

انود $2Cl^{-} \longrightarrow Cl_2 + 2e^{-}$

كاثود $Co^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Co$

$E^{\circ}_{anode} = -\,1.36\ V$

$E^{\circ}_{cathode} = -\,0.28\ V$



$Co^{+2} + 2Cl^{-} \longrightarrow Cl_2 + Co$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathode}$

$= -\,1.36 + (-\,0.28)$

$= -\,1.64\ V$

بما انه اشارة E°_{cell} سالبة
∴ التفاعل غير تلقائي
لذلك فإن تعبير الطالب خطأ
والحل صحيح هو الكلور كاثود والكوبلت انود .

س 4// احسب جهد اختزال قطب الهيدروجين في الماء النقي في $25\ C^{\circ}$ ، وأذا سقطت قطعة من الحديد في الماء هل ان جهد اختزال الحديد اوطأ ام اعلى من جهد اختزال الهيدروجين علماً ان الحديد يحرر الهيدروجين .

الحل // جهد اختزال الهيدروجين $E^{\circ} = 0.0\ V$

H^{+}/H_2

بما انه الحديد يحرر الهيدروجين

لذلك فإن الهيدروجين كاثود (يتحرر H_2 عند الكاثود)

انود $Fe \longrightarrow Fe^{+2} + 2e^{-}$ E°_{anode}

كاثود $2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2$ $E^{\circ}_{cathode} = 0.0\ V$

$$Fe + 2H^{+} \longrightarrow Fe^{+2} + H_2$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathode}$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode}$$



بما انه يحترر غاز H_2

لذلك فإن E°_{cell} موجبة

لذلك فإن جهد تأكسد الحديد موجب

$$E^{\circ}_{anode} = -E^{\circ}_{cathode}$$

يعني ان جهد اختزال الحديد سالب

لذلك فإن جهد اختزال الحديد اوطأ من جهد اختزال الهيدروجين .

س 5// طلب من احد الطلبة في المختبر حفظ كبريتات النحاس II فقام بحفضها في قنينة مصنوعة من الالمنيوم أكان الطالب موفق في عمله ؟ علماً ان

$E^{\circ} = 0.34\ V$ Ca^{+2}/Cu $E^{\circ} = -1.66\ V$ Al^{+3}/Al

الحل // حسب عمل الطالب (الالمنيوم – انود)

انود $2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^{-}$ $E^{\circ}_{anode} = +1.66\ V$

كاثود $3Cu^{+2} + 6e^{-} \longrightarrow 3Cu$ $E^{\circ}_{cathode} = +0.34\ V$

$$2Al + 3Cu^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cu$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathode}$$

$$= +1.66 + 0.34$$

$$= +2.00\ V$$



بما انه اشارة E°_{cell} موجبة

∴ سوف يحدث تفاعل تلقائي بين الالمنيوم وكبريتات النحاس II لذلك كان الطالب غير موفق في عمله

س 6// اذا علمت ان عدد جزيئات غاز H_2 المتحررة عند الكاثود في خلية تحليل الماء كهربائياً تساوي $3.01 * 10^{21}$ جزيئه جد حجم غاز O_2 المتحرر عند الانود .

الحل //

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

$Q = n . e^-$

$n = \frac{\text{عدد جزيئات } H_2}{NA}$

$= \frac{3.01 * 10^{21}}{6.023 * 10^{23}}$

$= 5 * 10^{-3}$ mol

$Q = 5 * 10^{-3} * 2$

$= 10^{-2}$ mol . e^-



$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$Q = n . e^-$

$10^{-2} = n * 4$

$n = \frac{10^{-2}}{4} = 25 * 10^{-4}$ mol

$n = \frac{\text{حجم غاز } O_2 \text{ في (STP)}}{22.4}$

حجم غاز O_2 = $25 * 10^{-4} * 22.4$

$= 0.056$ L

س 7 // امرر تيار كهربائي يحتوي على ايونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب $\frac{1}{3}$ عدد افكادرو من ذرات الفلز على الكاثود . احسب :

1) عدد مولات الالكترونات   2) كتلة الفلز المترسب (كتلة ذرية = 27)

$Q = n . e^-$

$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{NA}$

$= \frac{\frac{1}{3} * NA}{NA}$

$= \frac{1}{3}$ mol

عدد الذرات = $\frac{1}{3}$ * NA



$Q = \frac{1}{3} * 3$

$= 1$ mol . e^- ⟵ عدد مولات الالكترونات (فراداي)

$n = \frac{m}{M}$

$\frac{1}{3} = \frac{m}{27}$

$m = \frac{27}{3} = 9$ g

فلز ثلاثي التكافؤ لذلك
عدد e^- يساوي 3

س 8// عند امرار $0.2\ mol\ .\ e^-$ في محلول H_2SO_4 فإن كمية الكهربائية بالكولوم تساوي ــــــــ وتؤدي الى تحرير ــــــــــــ لتر من H_2 في (STP) .

الحل //

$$Q = \frac{\text{كمية الكهربائية بالكولوم}}{96500}$$

كمية الكهربائية بالكولوم $= 0.2 * 96500$

$= 19300$ كولوم

$Q = n\ .\ e^-$ $\qquad\qquad 2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$0.2 = n\ .\ 2$

$$n = \frac{0.2}{2} = 0.1\ mol$$

$$n = \frac{\text{حجم } H_2 \text{ في (STP)}}{22.4}$$

حجم $H_2 = 0.1 * 22.4$

$= 22.4\ L$

س 9// املأ الفراغات :

عند امرار واحد فراداي في محلول ايونات Al^{+3} فأن وزن الالمنيوم المترسب على الكاثود ــــــــ وعدد الالكترونات المارة ــــــــ (الكتلة الذرية لـ $Al = 27$)

الحل //

$Q = n\ .\ e^-$ $\qquad\qquad Al^{+3} + 3e^- \longrightarrow Al$

$1 = n * 3$

$$n = \frac{1}{3} = 0.34\ mol$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$m = 0.34 * 27$

$= 9.18\ g$



$$Q = \frac{\text{عدد الالكترونات المارة}}{NA}$$

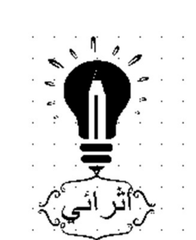
عدد الالكترونات المارة $= 1 * 6.023 * 10^{23}\ e^-$

س 10 // املأ الفراغات :

يستخدم ـــــــــــ الكترون مول الترسيب ضعف الكتلة الذرية لفلز ثلاثي العدد التأكسدي .

الحل //

من معطيات السؤال $m = 2M$



$$Q = n \cdot e^-$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2M}{M} = 2\ mol$$

$$Q = 2 * 3 = 6\ mol \cdot e^-$$

س 11 // محلول نترات الفضة تم تحليله بين قطبين من الفضة ، احسب الزيادة بوزن الكاثود والنقصان بوزن الانود عند امرار ($3 * 10^{22}\ e^-$) مع العلم ان الكتلة المولية للفضة 108 .

الحل //



$$Q = \frac{\text{عدد الالكترونات المارة}}{NA} = \frac{3 * 10^{22}}{6.023 * 10^{23}} = 0.5\ mol \cdot e^-$$

$$Ag^{+1} + 1e^- \longrightarrow Ag$$

$$Q = n \cdot e^-$$

$$0.5 = n * 1$$

$$n = 0.5\ mol$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m = 0.5 * 108 = 54\ g$$

وتمثل الزيادة في وزن الكاثود والنقصان في وزن الانود .

المفاهيم الأساسية

التأكسد Oxidation : عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة ذرات ويؤدي لزيادة في اعداد التأكسد .

الأختزال Reducation : عبارة عن تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة او مجموعة من الذرات الكترونات يصحابها نقصان في عدد التأكسد للعنصر .

العامل المختزل Reducation Agent : المادة التي تتأكسد و تسبب اختزالاً لمادة أخرى .

العامل المؤكسد Oxidizing Agent : المادة التي تختزل وتسبب تأكسداً لمادة أخرى .

الأنود Anode : هو القطب الذي تجري عنده عملية الأكسدة و الذي يكون مصدراً للألكترونات .

الكاثود Cathode : هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال و الذي تتحول اليه الالكترونات المنتقلة من الانود .

الخلايا الكهروكيميائية Electrochemical : تتكون الخلية الكهروكيميائية عادة من قطبين يسمى احدهما القطب الموجب او الانود اما القطب الثاني فهو القطب السالب ويدعى بالكاثود ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الأكسدة و الاختزال التي تجري على سطحي القطبين .

الخلايا الكلفانية Galvanic cells : هي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً لتوليد تيار كهربائي و تسمى مثل هذه الخلايا بالخلايا الكلفانية او الفولتائية .

الخلايا الالكتروليتية Electrolyte cells : هي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي و فيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية و تجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي و لها تطبيقات مهمة في الصناعة ، تستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تقنية الفلزات وفي عملية الطلاء الكهربائي .

القوة الدافعة الكهربائية للخلية Electromotive force : يرمز لها بالرمز (emf) يسمى الجهد عبر الأقطاب في الخلية الكلفانية بجهد الخلية و يرمز له بالرمز (E_{cell}) و يسمى جهد الخلية بمصطلح شائع اخر القوة الدافعة الكهربائية للخلية و بالرغم من دلالة الاسم فهو مقياس للجهد و ليس للقوة .

معادلة نيرنست Nernest Equation : هي العلاقة التي تربط جهد الخلية الغير قياسي (E_{cell}) مع جهد الخلية القياسي (E_{cell}) عندما يكون احد او جميع المواد المشاركة ذات تراكيز لا تساوي الواحد الصحيح و في درجات حرارية مختلفة .

حل اسئلة الفصل الرابع

س2 / احسب ثابت فراداي وبين وحداته ؟

الحل: يعرف ثابت فراداي بأنه شحنة مول واحد من الاكترونات ويحتوي المول الواحد على (F) عدد اوفوكادرو من الشحنات لذا الفراداي = حاصل ضرب شحنة الالكترون في عدد اوفوكادرو

F = شحنة الالكترون × عدد اوفوكادرو

$F = NA\ (MoL) \times e^-\ (C)$

$F = 6.013 \times 10^{23} \times 1.9 \times 10^{-19}$

$F = 96478\ C\ /MoL$

وتقرب هذه القيمة الى 96500

س3/ اي المواد في الازواج التالية هو الافضل كعامل مؤكسد تحت الظروف القياسية . اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Br_2 / Br^-} = +1.07\ V$ و $E^\circ_{Au^{3+} / Au} = +1.50\ V$ و $E^\circ_{Ag^+ / Ag} = +0.80\ V$ و $E^\circ_{cd^{2+} / cd} = -0.40\ V$ و $E^\circ_{Cr^{3+} / Cr} = -0.74\ V$

أ Br_2 ام Au^{3+}

ب H_2 ام Ag^+

ج) Cd^{2+} ام Cr^{3+}

الحل :

أ- جهد اختزال Au^{3+} = 1.5 V اكبر من جهد اختزال Br^+ = 1.07 لذا يعاني Au^{3+} اختزالاً فيصبح الافضل كعامل مؤكسد ويؤكسد Br_2 .

$$Au^{3+} + 3e \longrightarrow Au$$

ب- جهد اختزال Ag^+ = 0.80^+ اكبر من جهد اختزال H_2 = 0.0V لذا يعاني Ag^+ اختزالاً ويصبح الافضل كعامل مؤكسد

$$Ag^+ + 1e \longrightarrow Ag$$

ج- جهد اختزال Cd^{2+} = $0.4V^-$ اكبر من جهد اختزال الكروم = 0.74 لذا يعاني Cd^{2+} اختزالاً ويصبح الافضل كعامل مؤكسد

$$Cd^{2+} + 2e \longrightarrow Cd$$

س5 / عند الضروف القياسية $25C^{\circ}$ وضغط 1 atm اي تفاعل سيجري تلقائياً في محلول مائي يحتوي على ايونات Ce^{4+} و Ce^{3+} و Fe^{3+} و Fe^{2+} ؟ احسب ΔG° و K_{eq} لهذا التفاعل . اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^{\circ}_{Ce^{4+}/Ce^{3+}} = +1.61\ V$ و $E^{\circ}_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0.77\ V$.

الحل :- نختار اعلى جهد اختزال (كاثود) واقل جهد اختزال نقلبه ونجعله (انود)

أنود $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e$ $\qquad E^{\circ}_{anod} = -0.7$

كاثود $Ce^{4+} + 1e^- \longrightarrow Ce^{3+}$ $\qquad E^{\circ}_{cathode} = +1.61V$

$Fe^{2+} + Ce^{4+} \longrightarrow Fe^{3+} + Ce^{3+}$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anod} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = -0.7 + 1.61$

$E^{\circ}_{cell} = +0.84\ V$

$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}$

$\Delta G^{\circ} = -1 \times 96500 \times 0.84$

$\Delta G^{\circ} = -81060\ J/MoL$

$E^{\circ} = \frac{0.026}{n}\ LnKeq$

$0.84 = \frac{0.026}{n}\ LnKeq$

$\therefore Keq = 1.1 \times 10^{14}$

س7 / احسب E°_{cell} و E_{cell} و ΔG لتفاعلات الخلايا الاتية

$Mg_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)}$

$[Mg^{2+}] = 0.05M$ و $[Sn^{2+}] = 0.04\ M$

$3Zn_{(s)} + 2Cr^{3+}_{(aq)} \longrightarrow 3Zn^{2+}_{(aq)} + 2Cr_{(s)}$

$[Cr^{3+}] = 0.01\ M$ و $[Zn^{2+}] = 0.001\ M$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسي $E^{\circ}_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37\ V$ و $E^{\circ}_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ و $E^{\circ}_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74\ V$.

الحل // المعادلة الأولى

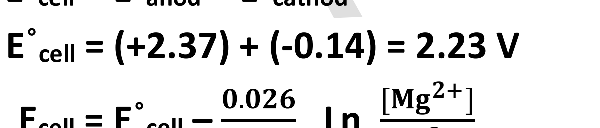
انود $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +2.37$

كاثود $Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = -0.14$

$Mg + Sn^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Sn$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anod} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = (+2.37) + (-0.14) = 2.23\ V$



وزاري

2016
دور اول

$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln\ \frac{[Mg^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$

$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2}\ Ln\ \frac{[0.05]}{(0.04)}$

$E_{cell} = 2.23 - 0.013\ Ln\ \frac{5}{4}$ $\qquad E_{cell} = 2.227\ V$

$\Delta G = -nFE_{cell}$ $\qquad \Delta G = -2 \times 96500 \times 2.227 = -429811\ J/mol$

المعادلة الثانية

$3Zn + 2Cr^{3+} \longrightarrow 3Zn^{2+} + 2Cr$

فقدان انود

$3Zn \longrightarrow 3Zn^{2+} + 6e^-$ $\quad E^\circ = +0.76\ V$

$2Cr^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2Cr$ $\quad E^\circ = -0.74\ V$

$3Zn + 2Cr^{3+} \longrightarrow 3Zn^{2+} + 2Cr$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = (+0.76) + (-0.74) = 0.02\ V$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026\ V}{n}\ LnQ$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln\ \frac{[Zn^{2+}]^3}{[Cr^{3+}]^2}$$

$$E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026}{6}\ Ln\ \frac{(0.001)^3}{(0.01)^2}$$

$E_{cell} = 0.07\ V$

$\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -6 \times 96500 \times 0.07$

$\Delta G = -40530\ J / mol$

س8 / احسب E°_{cell} للخلية المكونة من نصفي التفاعل Zn / Zn^{2+} و SHE . كم سيكون جهد الخلية E_{cell} اذا كان $[Zn^{2+}] = 0.45\ M$. $P_{H_2} = 1\ atm$. $[H^+] = 1.8M$. اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$

الحل : SHE يعني قطب الهيدروجين القياسي والذي سيكون كاثود

انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anod} = +0.76\ V$

كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ $\quad E^\circ_{cathod} = 0.00\ V$

$Zn + {}_2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{chtaod}$

$= +0.76 + 0.00 = +0.76\ V$

نحسب E_{cell} من معادلة نيرنست

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ Ln\ \frac{[Zn^+]}{[H^+]2}$$

$$= 0.76 - \frac{0.026}{2}\ Ln\ \frac{(0.46)}{(1.8)2}$$

$= 0.76 - (0.013) * - 1.98)$

$= 0.76 + 0.025$

$= 0.79\ V$

س9/ ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي .

الحل :

الخلية الكلفانية	خلية التحليل الكهربائي
 2016 دور اول	 2013 دور ثاني
1) تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول على طاقة كهربائية	1) تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث تفاعل كيميائي
2) تفاعلاتها تلقائية - =ΔG	2) تفاعلاتها غير تلقائية $\Delta G = +$
3) يستخدم فيها جسر ملحي .	3) لايستخدم فيها جسر ملحي .
4) تنتقل فيها الالكترونات من الذرات الى الايونات عبر سلك موصل خارجي وتنتقل الايونات في جسر ملحي.	4) تنتقل فيها الالكترونات من مصدر الجهد (البطارية) بواسطة الايونات الموجبة والسالبة في المحلول الالكتروليتي او المواد المنصهرة.
5) مثال على الخلية الكفانية مثل خلية دانيال وبطاريات (نضائد) الاجهزة الكهربائية وبطارية تشغيل السيارات.	5) مثال الخلية الكترونية خلايا التحليل الكهربائي مثل خلية الطلاء الكهربائي وخلايا تنقية الفلزات.

س10/ احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو :

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$

احسب عدد مولات الألكترونات التي يجب امرارها في المحلول

الحل :

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$P = \frac{755}{760} = 0.99 \text{ atm}$$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$= \frac{0.99 * 0.082}{0.082 * 298} = 0.003 \text{ mol}$$

$$Q = n * e^-$$

$$= 0.003 * 4e^- = 0.012 \text{ mol . } e^-$$

معلومة (عدد مولات الالكترونات تعني فراداي Q)

س 11 / يسري تيار كهربائي لفترة 3.75 hr خلال خليتي تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي , تحتوي الخلية الاولى محلول $AgNO_3$, في حين تحتوي الثانية على محلول $CuCL_2$. وخلال هذا الزمن ترسب 2g من الفضة في الخلية الاولى.

Ă كم عدد غرامات النحاس التي ستترسب في الخلية الثانية ب) ما قيمة التيار الساري بالامبير .

الحل : نحسب n للفضة $^{n}Ag = \frac{m}{M} = \frac{2}{108} = 0.02$ mol

$Ag^{+1} + 1e \longrightarrow Ag$

$Q = n * e^-$

$= 0.02 * 1 \qquad = 0.02$ mol . e^-

أ// ∴ الربط على التوالي

∴ نستخدم نفس Q للنحاس

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$Q = n * e^-$

$n = \frac{Q}{e^-} = \frac{0.02}{2} = 0.01$ MoL

نحسب عدد غرامات Cu

$n = \frac{m}{M} \Longrightarrow m = n * M = 0.01\ 63.5 = 0.64$ g

ب// يجب تحويل الزمن الى الثانية

$t(s) = 3.75 * 3600 = 13500$ S

$Q\ (moL . e^-) = \frac{I * t}{96500}$

$0.02 = \frac{I * 13566}{96566}$

$I = \frac{0.02 * 965}{135} = 0.14$ A

س12 / بين ايهما يحرر الهيدروجين الألمنيوم ام الذهب عند تفاعلهما مع الحوامض المخففة

اذا علمت أن $E°_{Al^{+3}/Al} = -1.66$ V $\qquad E°_{Au^{+3}/Au} = +1.50$ V

الحل : غاز الهيدروجين يتحرر عند الكاثود

لذلك يجب ان يكون الذهب او الالمنيوم انود والاقل جهد اختزال هو الافضل وهو الالمنيوم

انود $2AL \longrightarrow 2AL^{+3} + 6e * 2$ $\qquad E_{anod} = +1.66$ V

كاثود $6H^+ + 6e^- \longrightarrow {}_3H_2 \ * \ 3$ $\qquad E°_{cathod} = 0.00$ V

$2AL + 6H^+ \longrightarrow {}_2AL^{+3} + 3H_2$

$E°_{cell} = E°_{anod} + E°_{cathod}$

$= +1.66 + 0 = +1.66$ V

∴ اشارة E° موجبة

∴ التفاعل تلقائي (الالمنيوم يحرر الهيدروجين)

س13 / هل يجري تفاعل الخلية التالية المعبر عنها ادناه تلقائياً أم لا ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0.77\ V$ و $E^\circ_{Br_2/Br} = +1.07\ V$

$Pt \mid Fe^{3+}\ (1M)\ ,\ Fe^{2+}\ (1M) \parallel Br^-\ (1M) \mid Br_2\ (1\ atm) \mid Pt$

الحل :

انود $2Fe^{+2} \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = -0.77\ V$

كاثود $Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$ $\qquad E^\circ_{cathod} = +1.07$

$2Fe^{+2} + Br_2 \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2Br^-$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$= -0.77 + 1.07 = +0.3\ V$

∴ اشارة E° موجبة

∴ يحدث التفاعل تلقائياً

س 14 / احسب جهد قطب غاز H_2 في $25\ C^\circ$ و ضغط 1atm اذا علمت ان PH محلول الالكتروليتي تساوي 1

الحل // $E^\circ_{H_2} = 0.0\ V$

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$= 10^{-1}$

$= 0.1\ M$

$$E_{H_2} = E^\circ_{H_2} - \frac{0.026}{n}\ Ln \frac{1}{[H^+]}$$

$$= 0.0 - \frac{0.026}{2}\ Ln \frac{1}{(0.1)^2}$$

$= -0.013 * Ln\ 100$

$= -0.013 * 4.6$

$= -0.0592\ V$

س15 / حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الاتي :

$AgNO_2 + CL_2 + 2KOH \longrightarrow AgNO_3 + 2KCL + H_2O$

الحل :

$AgNo_2 + CL_2 + 2KOH \longrightarrow AgNo_3 + 2KCL + H_2O$

العامل المؤكسد

CL_2

لانه قل عدد تأكسده من

(0 الى 1-)

عانا اختزال

العامل المختزل

$AgNo_2$

لانه زاد عدد تأكسد N

من (3+ الى 5+)

عانا تأكسد

س16/ هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس ؟ علما ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ_{Na^+/Na} = -2.70\ V$ و $E^\circ_{cu^+/cu} = +0.34\ V$

الحل : ملاحظة :- في مسائل الحفظ يجب جعل (الاناء – انود) ولحصول الحفظ يجب ان يكون جهد الخلية

انود $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anod} = -0.34\ V$

النحاس هو انود
والصوديوم هو كاثود

كاثود $2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$ $\qquad E^\circ_{cathod} = -2.7\ V$

$Cu + 2Na^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2Na$

2015
دور ثاني

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$= -0.34 + (-2.7)$

$= -3.04\ V$

∴ اشارة سالبة

∴ التفاعل غير تلقائي (يمكن حفظ ملح الطعام في اناء من النحاس)

س17 / هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟

علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ و $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} = -0.24\ V$.

الحل :

ملاحظة :- في مسائل الحفظ يجب جعل (الاناء – انود) ولحصول الحفظ يجب ان يكون جهد الخلية سالب . ∴ النيكل هو أنود و النحاس هو كاثود

انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = 0.24\ V$

كاثود $Cu^{+1} + 2e^- \longrightarrow Cu$ $\qquad E^\circ_{cathod} = 0.34\ V$



$Ni + Cu^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Cu$

2014
دور اول

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$= 0.24 + 0.34 = +0.58\ V$

∴ اشارة موجبة

التفاعل تلقائي

لذلك لا يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس في اناء من النيكل لانه سوف يحدث تفاعل بين الحادثين .

س18 // ماهو التيار بالأمبير (A) اللازم لترسيب 5g من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه (+3) M_{Au} = 197 g / mol.

الحل // نحسب عدد مولات الذهب

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5}{197}$$

$= 0.025$ mol

$$Au^{+3} + 3e^- \longrightarrow Au$$

$Q\ (mol\ .\ e^-) = n * e^-$

$= 0.025 \times 3$

$= 0.075 \quad mol.e^-$

نحول الزمن الى الثانية

$t = 1 * 3600$

$= 3600$ s

$$Q = \frac{I*t}{96500}$$

$$0.075 = \frac{I*3600}{96500}$$

$$I = \frac{0.075*96500}{3600} = 2.01\ A$$

س 19 / ممَ يتكون انود وكاثود البطارية الجافة ؟ اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام واهم مميزاتها.

الحل :

البطارية الجافة يتكون الانود فيها من وعاء خارجي مملوء بمعجون رطب من (MnO_2) وكلوريد الامونيوم (NH_4CL) وكاربون (كرافيت) الذي يمثل الكانود حيث تتأكسد ذرات الخارصين عند الانود

انود $Zn_{(S)} + 2OH^- \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$

كاثود $2MnO_{2(3)} + 2H_2O_{(L)} + 2e^- \longrightarrow 2MnO_{(S)}(OH) + 2OH^-$

$Zn_{(S)} + 2MnO_{(S)} + 2H_{(L)2}O \longrightarrow Zn(OH)_{(S)2} + Mn_{(S)2}O_3$ + تفاعل الخلية العام + $2MnO_{(S)}(OH)$

اهم مميزاتها :-

1) تعطي جهد مقداره 1.48 V
2) غير قابلة للشحن
3) تستخدم في اجهزة الراديو والحاسبات

وزاري

2013
دور ثالث

س20 / لماذا يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً ؟

الحل:-

يكون التغير في طاقة كبس ΔG و ΔG° = قسمة سالبة .

اذا كان التفاعل يحصل بصورة تلقائية وترتبط ΔG و ΔG° مع E_{cell} و E°_{cell} على التوالي بالعلاقات

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

لذلك يجب ان تكون قيم (E°_{cell} , E_{cell}) ذات قيمة موجبة (+) لتكون قيم ΔG و ΔG° سالبة (-) .

س21/ احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي يساوي (-0.82 V) وجهد اختزاله القياسي $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V .

الحل :

ملاحظة :- دائماً تكتب معادلة قطب لوحده كمعادلة كاثود

$$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn \qquad E^\circ = -0.76\ V$$

$$E = E^\circ - \frac{0.026}{n}\ LnQ$$

$$-0.82 = -0.76 - \frac{0.026}{2}\ Ln\ \frac{1}{[Zn^{2+}]} \Longrightarrow [Zn^{2+}] = 0.01M$$

س22 / احسب جهد خلية دانيال اذا علمت ان تركيز كبريتات الخارصين (0.1M) و تركيز كبريتات النحاس (0.01 M) في درجة 25C° وان الجهد القياسي للخلية يساوي (1.10 V)

الحل //

$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^- \quad \text{انود} \qquad E^\circ_{anode}$$

$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu \quad \text{كاثود} \qquad E^\circ_{cathode}$$

$$Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$$

$$E^\circ_{Cell} = 1.10\ V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\ \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$$

$$= 1.10 - \frac{0.026}{2}\ ln\ \frac{0.1}{0.01}$$

$$= 1.10 - 0.013 * 2.303$$

$$= 1.10 - 0.03$$

$$= 1.07\ v$$

س23/ اي تفاعل هو تفاعل اكسدة – اختزال :

1) $Al_2O_3 + 3HCL \longrightarrow 2ACL_3 + 3H_2O$

2) $2Na + CL_2 \longrightarrow 2NaCL$

3) $2KCLO_3 \longrightarrow 2KCL + 3O_2$

4) $SiBr_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HBr$

5) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

الحل :

1) $Al_2^{+3}O_3^{-2} + 6H^{+}CL^{-1} \longrightarrow 2Al^{+3}Cl_3^{-1} + 3H^{+}{}_2O^{-2}$

لايوجد تغير في اعداد التأكسد

∴ لايحصل تفاعل اكسدة – اختزال

2) $2Na^{\circ} + Cl^{\circ}{}_2 \longrightarrow 2Na^{+}Cl^{-}$

فقدان

اكتساب

(تأكسد) انود $2Na \longrightarrow 2Na^{+} + 2e^{-}$

(اختزال) كاثود $Cl_2 + 2e^{-} \longrightarrow 2Cl^{-}$

تفاعل تأكسد – اختزال $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2Na^{+} + 2Cl^{-}$

3) $2K^{+}(ClO_3)^{-} \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

لايحصل تأكسد واختزال

4) $Si^{4+}Br_4 + 3H^{+}{}_2O^{-2} \longrightarrow H_2^{+}Si^{4+}O_3^{2-} + 4H^{+}Br^{-}$

لايوجد تغير في اعداد التأكسد

∴ لايحصل تفاعل اكسدة – اختزال

5) $Zn^{\circ} + Cu^{2+}So_4 \longrightarrow Zn^{2+}So_4 + Cu^{\circ}$

فقدان (تأكسد)

اكتساب (اختزال)

(تأكسد) انود $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$

(اختزال) كاثود $Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$

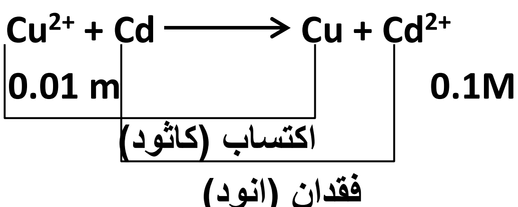
$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$

س24 / خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25C^\circ$.

$Cu^{2+}_{(aq)}$ (0.01 M) + $Cd_{(s)} \longrightarrow Cu_{(S)} + Cd^{2+}_{(aq)}$ (0.1 M)

و جهدها القياسي يساوي (+0.74 V) . أحسب التغير في الطاقة الحرة ج : -131252 j / mol

الحل //





2013
دور ثالث

انود $Cd \longrightarrow Cd^{2+} + 2e^-$ E°_{anode}

كاثود $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ E°_{cathod}

$Cd + Cu^{2+} \longrightarrow Cd^{2+} + Cu$

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}$ Ln $\frac{[C\ \ 2+]}{[Cu^{2+}]}$

E_{cell} 0.74 $- \frac{0.026}{2}$ Ln $\frac{(0.1)}{(0.01)}$

$E_{cell} = 0.74 - 0.013 * 2.303 \quad = 0.71$ V

$\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -2 \times 96500 \times 0.71 \quad = -137030$ J/MoL

س25/ احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة $25C^\circ$

Mg | Mg^{2+} (1 M) || Br^- (0.1 M) | Br_2 (1 atm) | Pt

الحل :

انود $Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $E_{anode} = +2.37$

كاثود $Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$ $E_{cathod} = +1.07$

$Mg + Br_2 \longrightarrow Mg^{+2} + 2Br^-$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anod} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ = 2.3 + 1.07 = 3.44$ V

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}$ Ln $\frac{[Mg^{+2}][Br^-]^2}{1}$

$E_{cell} = 3.44 - \frac{0.026}{2}$ Ln $(1) \times (0.1)^2$

$E_{cell} = 3.44 - 0.013$ Ln 0.01

$E_{cell} = 3.50$ V

$\Delta G = -nFE_{cell}$ $\Delta G = -2 \times 96500 \times 3.5$ $\Delta G = -675500$ J / mol

س26 / ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة 25C° علماً ان $K_{eq} = 2.3 \times 10^4$ وان التفاعل العام لهذه الخلية :

$2H^+_{(aq)}$ (1 M) + $Pd_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{2+}_{(aq)}$ (0.01 M)$_{(s)}$

$2H^+$ + (1 M) + Pb $\longrightarrow H_2 + Pb^{2+}$ (0.01 M)

(كاثود) اكتساب

فقدان (انود)

الحل //

E°_{anode} =

E°_{cathod} =

انود $Pb \longrightarrow Pb^{2+} + 2e^-$

كاثود $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$

$Pb + 2H^+ \longrightarrow Pb^{2+} + H_2$

$E^\circ_{cell} = \frac{0.026}{n}$ LnKeq

$E^\circ = \frac{0.026}{2}$ Ln 2.3×10^4

= 0.013 (Ln 2.3 + Ln 10^4)

= 0.013 (0.83 + 4Ln10)

= 0.013 (0.83 + 4 *2.3)

= 0.013 (0.83 + 9.2)

= 0.013 * 10

= 0.13 V

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}$ Ln $\frac{[Pb^{2+}]}{[H^+]^2}$

= 0.13 – 0.013 Ln $\frac{0.01}{1}$

= 0.13 + (0.013 * - 4.6)

= 0.13 + 0.06

= 0.19 V

$\Delta G = - nFE_{cell}$

= -2 * 96500 * 0.19

= - 36515 J

س27 / خلية فولتائية في درجة 25C° تفاعلها العام: $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow Sn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$
اذا علمت ان جهد الخلية غير قياسي يساوي (+0.17 V) . احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+} ,
علماً ان قطب القصدير قياسي و $E°_{Sn^{2+}/Sn} = 0.14$ V و $E°_{Ni^{2+}/Ni} = 0.25$V .

الحل //

$Sn^{2+} + Ni \longrightarrow Sn + Ni^{2+}$

فقدان

اكتساب

انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$ $E°_{anod} = {}^{+}0.25$ V

كاثود $Sn^{2+} + 2e \longrightarrow Sn$ $E°_{cathod} = {}^{-}0.14$ V

$Ni + Sn^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Sn$

$E°_{cell} = E°_{anod} + E°_{cathod}$

$E°_{cell} = 0.25 + -0.14$

$= 0.11$ V



2015
دور اول

$$E = E° - \frac{0.026}{n} \text{ Ln } \frac{[Ni^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$

$$0.17 = 0.11 - \frac{0.026}{2} \text{ Ln } \frac{[N^{2+}]}{(l)}$$

$0.17 - 0.11 = - 0.013 \text{ Ln } [Ni^{2+}]$

$0.06 = - 0.013 \text{ Ln } [Ni^{2+}]$

$-\frac{0.06}{0.013} = \text{Ln } [Ni^{2+}]$

$[Ni^{2+}] = 1 \times 10^{-2}$ M

س28 / للخلية الاتية : $Al \mid Al^{3+} (1M) \parallel Cd^{2+} (1M) \mid Cd$
اذا علمت ان جهد الخلية القياسي يساوي (1.26 V) وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي
$E°_{cd^{2+}/Cd} = -0.40$ V احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم ؟

انود $2Al \longrightarrow 2Al^{3+} + 6e^-$ $E°_{anod} = ?$

كاثود $3Cd^{2+} + 6e^- \longrightarrow Cd$ $E°_{cathod} = -0.4$ V



2014
دور ثاني

$2Al + 3Cd^{2+} \longrightarrow 2Al^{3+} + 3Cd$

$E°_{cell} = E°_{anode} + E_{cathod}$

$+ 1.23 = E°_{anode} + (- 0.40)$

$E°_{anode} = 1.23 + 0.40 = 1.63$ V

ويمثل جهد تأكسد الالمنيوم لانه جهد انود

∴ جهد اختزال الالمنيوم $E° = -1.63$ اختزال

س29 / خلية كلفانية في درجة $25C^{\circ}$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1 atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه 0.01 M ؟ احسب الاس الهيدروجيني (pH) لمحلول قطب الهيدروجين اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية 48.25 KJ / mol- وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي -0.25 V

الحل : $E^{\circ}_{anod} = +0.25\ V$ انود $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$

$E^{\circ}_{cathod} = 0.0\ V$ كاثود $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

جهد اختزال

$$Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{2+} + H_2$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anod} + E^{\circ}_{cathod}$$

$$E_{cell} = 0.25 + 0.0 = 0.25\ V$$

$$\Delta G = -nFE$$

$$-48.25\ kJ / mol \times 1000 = -2 \times 96500 \times E_{cell}$$

$$48.25*1000\ J/MoL = -193000\ E_{cell}$$

$$\therefore E_{cell} = \frac{-4825}{193000} = 0.25\ V$$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \text{ Ln } \frac{[Ni^{+}]}{[H^{+}]^2}$$

$$0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2} \text{ Ln } \frac{0.01}{[H^{+}]^2}$$

$$0.25 - 0.25 = -0.013 \text{ Ln } \frac{0.01}{[H^{+}]^2}$$

$$0 = \text{Ln } \frac{0.01}{[H^{+}]^2}$$

$$\text{Ln } 1 = \text{Ln } \frac{0.01}{[H^{+}]^2}$$

$$[H^+]^2 = 0.01$$

$$[H^+] = 0.1\ M$$

$$pH = -\text{Log } [H^+]$$

$$pH = -\text{Log } 10^{-1}$$

$$pH = 1$$

س30/ اذا علمت ان جهد الخلية الاتية: Sn | Sn^{2+} (? M) || Ag^{+} (1 M) | Ag
عند درجة 25 C° يساوي 0.9992 فولت . جد تركيز ايونات القصدير (Sn^{2+}) في محلول القطب علماً ان قطب الفضة في ظروفه القياسية وجهود الاختزال القياسية $E^{\circ}_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14$ V و $E^{\circ}_{Ag^{+}/Ag} = +0.80$ V .

الحل :

$E^{\circ}_{anode} = +0.14$ V — انود: $Sn \longrightarrow Sn^{2+} + \cancel{2}e^-$

$E_{cathod} = +0.8$ V — كاثود: $2Ag^+ + \cancel{2}e^- \longrightarrow 2Ag$

$$Sn + 2Ag^+ \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag$$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$= 0.14 + 0.8 = +0.94$ V

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \text{ Ln } \frac{[S^{+2}]}{[Ag^+]^2}$$

$$0.9992 = 0.94 - \frac{\cancel{0.026}}{\cancel{2}} \text{ Ln } \frac{[Sn^{+2}]}{(l)^2}$$

$0.9992 - 0.9400 = -0.013$ Ln $[Sn^{+2}]$

$0.0592 = -0.013$ Ln $[Sn^{+2}]$

$$\text{Ln } [Sn^{+2}] = \frac{0.0592}{-0.013}$$

Ln $[Sn^{+2}] = -4.5$

$[Sn^{+2}] = 10^{-2}$ M

س31 / امرر تيار كهربائي شدته 10 A خلال 965 s في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علماً ان الكتلة الذرية للنحاس = 63 ؟

الحل :

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$$Q\,(mol . e^-) = \frac{I * t}{96500}$$

$$= \frac{10 * 96}{96500} = 0.1 \text{ MoL} . e^-$$



2014 تمهيدي
2015 دور اول

نحسب عدد مولات النحاس

$Q\,(MoL . e^-) = n . e^-$

$$n = \frac{Q}{e^-} = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ MoL}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$m = n . M$

$= 0.05 * 63 = 3.15$ g

$$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افكادرو}}$$

عدد الذرات = n * عدد افكادرو

$= 0.05 * 6.023 * 10^{23}$

$= 3 * 10^{22}$ ذرة

س32 / يترسب 0.648 g من احد الفلزات احادي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته 3A لمدة 3 min و 13 s في محلول احد الاملاح لذلك الفلز . احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟

الحل :

$t = 3 * 60 + 13$

$= 180 + 13$

$= 193\ s$

$Q\ (MoL\ .\ e^- = \frac{I * t}{96500}$

$= \frac{3 * 193}{96500} = 0.006\ \ mol\ .\ e^-$

نحسب عدد مولات الفلز (احادي التكافؤ)

$Q = n\ .\ e^-$

$n = \frac{Q}{e} = \frac{0.006}{1} = 0.006\ MoL$

$n = \frac{m}{M}$

$M = \frac{m}{n} = \frac{0.648}{0.006} = 108\ g\ /\ MoL$

س33 / احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP

الحل :

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

$n = \frac{O_2 \text{ حجم غاز}}{\text{الحجم المولي}}$

$= \frac{2 * 22.4}{22.4}$

$= 2\ mol$

$Q = n\ .\ e^-$

$= 2 * 4 = 8\ mol\ .\ e^-$

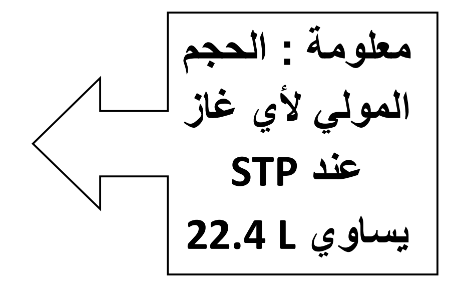
$Q = \frac{\text{عدد الكترونات}}{\text{عدد افكادرو}}$

عدد افكادرو * Q = عدد الالكترونات

$= 8 * 6.023 * 10^{23}$

$= 48.16 * 10^{23}\ e^-$





س 34 / احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة 2 hr و 520 s في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟

الحل : $H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$

من المعادلة نلاحظ عدد جزيئات H_2 ضعف عدد جزيئات O_2

نفرض ان عدد جزيئات $X = O_2$ نفرض ان عدد جزيئات $2X = H_2$

$X + 2x = 36.12 * 10^{21}$

$3X = 36.12 * 10^{21}$

عدد جزيئات الأوكسجين $X = \frac{36.21*10^{21}}{3} = 12.04 * 10^{21}$ جزيئة

$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد افكادرو}} = \frac{12.04*10^{21}}{6.02*10^{23}} = 0.02$ mol



2015
دور ثالث

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

$Q\ mol\,.\,e^- = n * e^-$

$= 0.02 * 4 = 0.08$ $mol\,.\,e^-$

نحول الزمن الى الثانية $t = 2 * 3600 + 520$

$= 7720\ s$

$Q = \frac{I*t}{96500}$

$0.08 = \frac{I*7720}{96500}$ $I = \frac{96500*0.08}{7720} = 1\ A$

س 35 / اراد احد الصاغة طلاء خاتم من الذهب فامرر تيار كهربائي شدته 10A في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم , لوحظ انه خلال 9.65 s ان 75 % من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ؟ الكتلة الذرية للذهب=197.

الحل : $Q\ (mol\,.\,e^-) = \frac{I*t}{96500}$

$Q\ (mol\,.\,e^-) = \frac{10 \times 9.65}{96500} = 0.001\ (mol\,.\,e^-)$

∴ 75 % فقط من كمية الكهربائية قد استهلك (كمية الكهربائية تعني فاراداي)

$\therefore Q\ (mol.e^-) = Q \times \frac{75}{1000}$

$Q\ (mol.e^-) = 0.001 \times \frac{75}{100} = 0.00075\ (mol.e^-)$

$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(s)}$

$Q\ (mol.e^-) = n \times e^-$

$n = \frac{Q}{e^-} = \frac{0.00075}{3} = 25 * 10^{-5}$ mol

$n = \frac{m}{M}$ $m = n \times M$

$m = 25 * 10^{-5} \times 197 = 0.05\ g$ كتلة الذهب

س 36/ عند امرار $0.2\ mol.e^-$ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر 0.488 L من الهيدروجين في STP . احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = 63

الحل : نحسب فاراداي لقطب الهيدروجين

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

$$n = \frac{\text{حجم } H_2}{22.4} = \frac{0.448}{22.4} = 0.02\ mol$$

$$Q = n \cdot e^-$$

$$= 0.02 * 2 = 0.04\ mol.e^-$$

$$Q_{cu} = Q_{\text{كلي}} - Q_{H2}$$

$$= 0.2 - 0.04 = 0.16\ mol - e^-$$

نلاحظ ان السؤال لم يذكر على التوالي
لذلك فأن الفاراداي سوف ينقسم على الخليتين

نحسب عدد مولات النحاس

$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

$$Q = n * e^-$$

$$n = \frac{Q}{e^-} = \frac{0.16}{2} = 0.08\ mol$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m = n \cdot M$$

$$= 0.08 * 63 = 5.04\ g$$



2013 دور ثاني
2016 تمهيدي

س 37 / احسب ثابت الاتزان للتفاعل الاتي : $2Cr_{(s)} + 3Zn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + Pb_{(s)}$

علما ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^\circ_{pb^{2+}/pb} = -0.13\ V$.

$$Sn + Pb^{+2} \rightleftharpoons Sn^{+2} + Pb$$

أنود (Sn → Sn^{+2}) ، كاثود (Pb^{+2} → Pb)

انود $Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +0.14\ V$

كاثود $Pb^{+2} + 2e^- \longrightarrow Pb$ $\quad E^\circ_{cathod} = -0.13\ V$

$$Sn + Pb^{+2} \longrightarrow Sn^{+2} + Pb$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$$

$$= 0.14 + (-0.13)$$

$$= 0.01\ V$$

$$E^\circ_{cell} = \frac{0.026}{n} LnKeq$$

$$0.01 = \frac{0.026}{2} LnKeq$$

$$LnKeq = \frac{0.01}{0.013}$$

$$Keq = 2.16$$

س 38 /في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP تم امرار تيار كهربائي فيها لمدة 3 min و 13S فتحرر غازي الهيدروجين و الاوكسجين عند قطبي الخلية و كان مجموع حجميهما يساوي 0.0672L اكتب معادلتي نصفي الخلية و التفاعل العام ثم جد حجم كل غاز متحرر و شدة التيار ؟

الحل //

انود $2H_2O \longrightarrow O_2 + \cancel{4H^+} + \cancel{4e^-}$

كاثود $\cancel{4H^+} + \cancel{4e^-} \longrightarrow 2H_2$

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 2H_2$

x 2x

$3x = 0.0672$

$X = \frac{0.0672}{3} = 0.0224\ L$ حجم غاز O_2

$2X = 2 * 0.0224 = 0.0448\ L$ حجم غاز H_2

$n_{O_2} = \frac{\text{حجم غاز } O_2 (STP)}{22.4} = \frac{0.0224}{22.4} = 10^{-3}$ mol

$Q = \frac{I*t}{96500}$ $n = Q * \frac{1}{Q}$

خلية بطارية

$4 * 10^{-3} = \frac{I*193}{96500}$ $10^{-3} = Q * \frac{1}{4}$

$I = 2A$ $Q = 4 * 10^{-4}$ mol .e^-

س 39 // خفف محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فأنخفض جهد القطب بمقدار 0.0592 عن جهده القياسي ، احسب تركيز ايونات القطب .

الحل //

كاثود $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$E_{cu} = E^\circ_{cu} - \frac{0.026}{n} \ Ln \frac{1}{[cu^{2+}]}$

$\Delta E = E^\circ_{cu} - E_{cu}$

$0.0592 = E^\circ_{cu} - E_{cu}$

$E_{cu} = E^\circ_{cu} - 0.0592$ (1) نعوضها في معادلة نيرنست

$E^\circ_{cu} - 0.0592 = E^\circ_{cu} - \frac{0.026}{n2} \ Ln \frac{1}{[cu^{2+}]}$

$Ln \frac{1}{[cu^{2+}]} = \frac{0.0592}{0.013}$ 4.6

$Ln\ 100 = 4.6$

$\frac{1}{[cu^{2+}]} = 100$

$[Cu^{+2}] = 0.01\ M$

س 40 // اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^\circ_{Ag^{1+}/Ag} = +0.80\ V$ $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0$
اجب عما يأتي :-
1) ماذا تتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحي الخارصين و الفضة في محاليلهما بتركيز 1M و أي من اللوحيين تقل كتلته و ايهما تزداد و لماذا ؟
2) ما قيمة الطاقة الحرة للخلية المتكونة من قطب الخارصين القياسي و قطب الفضة بتركيز 0.1 M

الحل // 1) نختار اعلى جهد اختزال و هو الفضة نجعله كاثود

انود $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $E^\circ_{Anode} = +0.76\ v$

كاثود $2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow Ag$ $E^\circ_{Cathode} = +0.80\ V$

$Zn + 2Ag^{+1} \longrightarrow Zn^{+2} + 2Ag$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$= 0.76 + 0.80$

$= +1.56\ V$

الخارصين سوف تقل كتلته لأنه انود يعاني اذابة و الفضة سوف تزداد كتلته لأنه كاثود يعاني (ترسيب)

2)
$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ \text{Ln}\ \frac{[Zn^{+2}]}{[ag^{+1}]^2}$$

$$= 1.56 - \frac{0.026}{2}\ \text{Ln}\ \frac{1}{(0.1)^2}$$

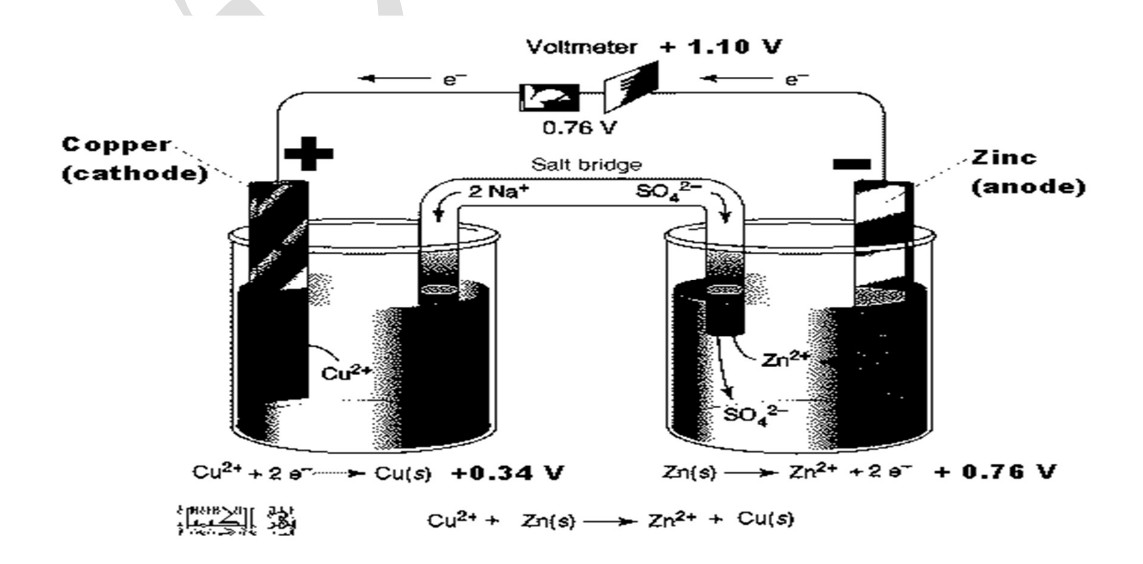
$= 1.56 – (0.013 * 4.6)$

$= 1.56 – 0.06$

$E_{cell} == 1.5\ V$

$\Delta G = - nFE_{cell}$

$= -2 * 96500 * 1.5 = -289500\ J$

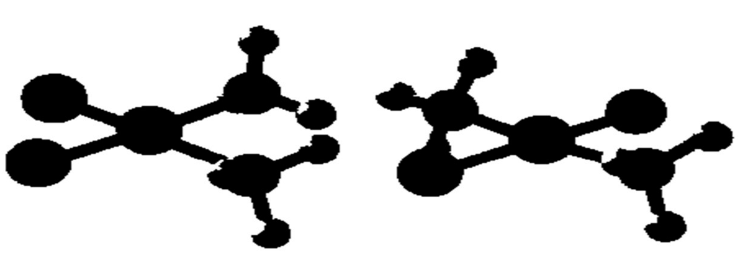




للصف السادس علمي
الفرع الاحيائي

اعداد الأستاذ
مهدي الحسناوي
07807502408

الفصل الخامس
الكيمياء التناسقية



cis-diamminedichloroplatinum(II), *cis*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ *trans*-diamminedichloroplatinum(II), *trans*-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$

الفصل الخامس

الكيمياء التناسقية

الكيمياء التناسقية :- هي من مجالات الكيمياء اللاعضوية التي تختص بدراسة المركبات التناسقية او المركبات المعقدة .

ملاحظة // ((سنركز في دراستنا لهذا الفصل على المركبات المعقدة التي تكونها العناصر الانتقالية))

س/ ماهي العناصر الانتقالية ؟

ج// هي العناصر التي تقع ضمن الجدول الدوري في المجموعتين IIA و IIIA وتنتهي بالغلاف الثانوي d ولها الامكانية على تكوين معقدات تناسقية .

اهم اقسامها :-

1) عناصر مجموعة d او العناصر الانتقالية الرئيسية و تتألف من ثلاث دورات كل منها تحتوي على عشرة عناصر تدعى بالسلاسل الأنتقالية الأولى و الثانية و الثالثة .

2) عناصر مجموعة F او العناصر الأنتقالية الداخلية المتكونة من دورتين كل دورة أربعة عشر عنصر و تقع في اسفل الجدول الدوري و تسمى اللانثنيدات و الأكتنيدات :

اهم مميزاتها :-

1- ان لها حالات تأكسد متعددة حيث تميل العناصر الانتقالية الى اظهار اكثر من حالة تأكسد واحدة مع بعضها الحالات الشاذة .

2- تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية حيث ان للعناصر الانتقالية اغلفة F , d مملوءة جزئياً بالالكترونات لذلك فإن ذرات الفلز تحتوي على الكترونات منفردة تكون بارامغناطيسية .

3- العديد من مركباتها ملونة .

4- لها ميل كبير لتكوين ايونات او مركبات معقدة .

الملح المزدوج :- هو مركب اضافة مستقر ناتج عن مزج محلولي ملحين بسيطين يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له . ويحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثل ملح مور

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6H_2O \longrightarrow FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4 . H_2O$$

ملح مور (عند اذابته في الماء يعطي ايونات Fe^{+2} , NH_4^+ , SO_4^{-2})

المركب التناسقي :- هو مركب اضافة مستقر لايعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء لذا فأن الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي . مثل المركب

$Cu SO_4 . 4NH_3$ والذي يكتب بهذا الشكل $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

وعند ذوبانه في الماء يختفي الايون Cu^{+2} لانه يصبح ضمن الايون المعقد .

أنواع المركبات التناسقية :

1- مركب تناسقي يتكون من ايون بسيط موجب و ايون معقد سالب مثل :

$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$$

2- مركب تناسقي يتكون من ايون بسيط سالب و ايون معقد موجب مثل :

$$[Co(NH_3)_6]Cl_3 \rightleftharpoons [Co(NH_3)_6]^{+3}$$

3- مركب تناسقي متعادل : هذا النوع من المركبات لا تذوب في الماء ، لعدم قدرتها على التأين و بالتالي لاتعطي أي ايونات في الماء مثل $[Co(NH_3)_3Cl_3]$, $[Ni(Co)_4]$

مثال (1 – 5) :- وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي)

2016 تمهيدي

وزاري

2014 دور اول

ج//لان المركب الاول هو ملح مور عندما يذوب في الماء يعطي كشف ثلاث ايونات $(SO_4^{-2}, NH_4^{+1}, Fe^{+3})$ بينما المركب الثاني يعطي كشف ايون واحد فقط (K^+) حسب المعادلة .

$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$$

مما يدل على ان هذا المركب (معقد تناسقي) لذا لا تظهر الايونات Fe , CN عند الاذابة .

تطور الكيمياء التناسقية

يعد المركب كلوريد سداسي امين الكوبلت III $CoCl_36NH_3$ في عام 1798 البداية الحقيقية للكيمياء التناسقية حيث اثار تحضيره اهتماماً كبيراً لما له من صفات عديدة فكان السؤال كيف ان مركبان مستقران مثل NH_3 و $CoCl_3$ يمكن ان يتحدان مع بعض فيكونان مركب ثالث جديد مستقر ايضاً ؟ لذلك ظهرت عدة نظريات لتفسير ذلك .

النظريات التي فسرت المركبات التناسقية

1) نظرية السلسلة

اكتشفت هذه النظرية من قبل العالم السويدي (بولستراند) عام 1864 و طورت من قبل تلميذه جورجنسن حيث انتهج نفس المفهوم الذي عرض عن تكوين سلاسل بين ذرات في الكيمياء العضوية .

تفسير نظرية السلسلة للمركب $CoCL_3 . 6NH_3$

1- $CoCL_3.6NH_3$

Co — $NH_3^+ - Cl^-$

Co — $NH_3 - NH_3 - NH_3 - NH_3^+ - Cl^-$

Co — $NH_3^+ - Cl^-$

هذا المركب يعطي كشف ثلاث ذرات Cl^- بعد إضافة نترات الفضة اليه حيث ان كل ايونات Cl^- مرتبطة بشكل غير مباشر بـ Co حيث نجحت النظرية في تفسير هذا المركب

2- $CoCL_3.5NH_3$

$$Co \begin{cases} Cl \\ NH_3 - NH_3 - NH_3 - NH_3^+ - Cl^- \\ NH_3^+ - Cl \end{cases}$$

هذا المركب يعطي كشف ايونين Cl^- حيث ان Cl^- المرتبط بشكل مباشر بـ Co لا يعطي كشف كذلك نجحت النظرية في تفسير هذا المركب .

3- $CoCL_3.4NH_3$

$$Co \begin{cases} Cl \\ NH_3 - NH_3 - NH_3 - NH_3^+ - Cl^- \\ Cl \end{cases}$$

هذا المركب يعطي كشف ايون Cl^- واحد فقط و الذي يرتبط بشكل غير مباشر بـ Co كذلك نجحت النظرية في هذا المركب .

2- $CoCL_3.3NH_3$

$$Co \begin{cases} Cl \\ NH_3 - NH_3 - NH_3^+ - Cl^- \\ Cl \end{cases}$$

من المفروض ان يعطي هذا المركب كشف ايون Cl^- واحد و هو المرتبط بشكل غير مباشر حسب النظرية لكن في الحقيقة لم يعطي هذا المركب كشف أي ايون Cl^- لهذا السبب و أسباب أخرى فشلت نظرية السلسة .

2) نظرية فرنر التناسقية

اكتشفت هذه النظرية من قبل العالم فرنر و هو عالم في السادسة و العشرين من العمر حصل على جائزة نوبل على هذه النظرية و هي النظرية السائدة لهذا اليوم افترضت نظرية فرنر :-

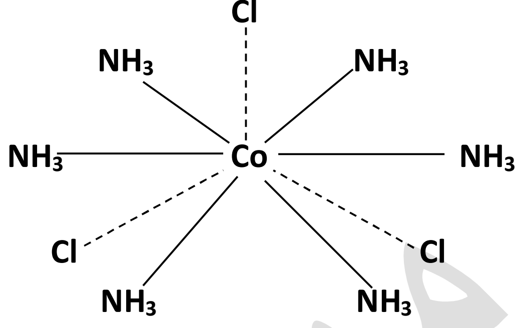
1) تمتلك اكثر العناصر نوعين من التكافؤ , تكافؤ اولي متأين يتمثل بخط متقطع (.......) والذي يعرف بحالة التأكسد وتكافؤ ثانوي غير متأين يمثل بخط متصل (————) يعرف بالعدد التناسقي .

2) يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد اشباع كلا التكافؤين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بأيونات سالبة اما التكافؤات الثانوية فتتشبع بأيونات سالبة او جزيئات متعادلة .

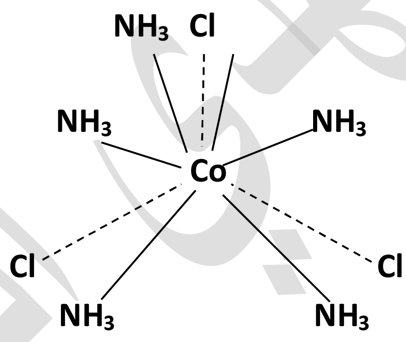
3) تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابتة في الفراغ تدعى بالمجال التناسقي [ ] حول ايون الفلز المركزي وهذا هو اساس الكيمياء الفراغية للمعقدات التناسقية .

تفسير نظرية فرنر للمركب $CoCl_3.6NH_3$

1) $CoCl_3.6NH_3$ افترض فرنر ان $6NH_3$ تقع داخل مجال التناسق $3Cl^-$ تقع خارج مجال التناسق لذلك سوف يعطي كشف $3Cl^-$
$[Co(NH_3)_6]Cl_3$

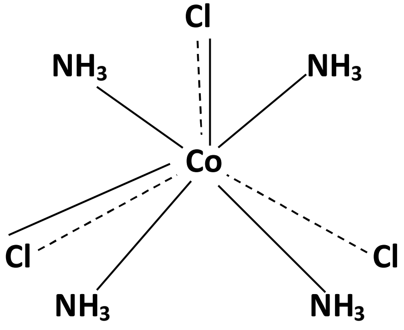


2) $CoCl_3.5NH_3$ افترض فرنر ان $5NH_3$ و Cl^- تقع داخل مجال التناسق $2Cl^-$ تقع خارج مجال التناسق لذلك سوف يعطي كشف $2Cl^-$
$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$

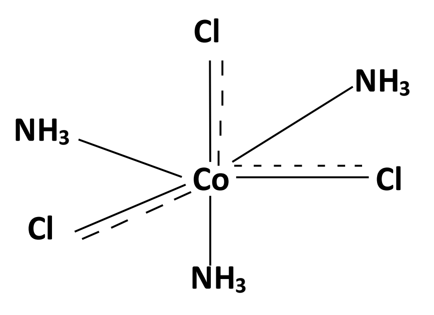


حيث يعمل Cl^- على اشباع تكافؤ اولي وثانوي

3) $CoCl_3.4NH_3$ افترض فرنر ان $4NH_3$ و $2Cl^-$ تقع داخل مجال التناسق و Cl^- تقع خارج مجال التناسق لذلك سوف يعطي كشف ايون Cl^- واحد فقط
$[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$



4) $CoCl_3.3NH_3$:- افترض فرنر ان $3NH_3$ و $3Cl^-$ داحل مجال التناسق لذلك لايعطي هذا المركب كشف ايون Cl^- لذلك نجحت نظرية فرنر



المصطلحات التناسقية

1) **الليكند :-** جزيء او ايون سالب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة واحد او اكثر مانحة للمزدوجات الألكترونية

2) **الايون المركزي :-** هو الذرة المركزية المستقبلة للمزدوجات الالكترونية والتي ترتبط كيميائياً بالليگند بأصرة تناسقية .

3) **المعقد التناسقي :-** هو المركب الناتج من اتحاد الأيون المركزي مع عدد من الليكندات بواسطة أواصر تناسقية

4) **عدد التناسق :-** عدد الليگندات التي ترتبط بالأيون المركزي بأواصر تناسقية .

عدد التناسق = عدد الليكندات * عدد المخالب

5) **الأيون المعقد :-** هو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة ويحتوي على ذرة فلز مركزي يحيط به عدد من الليگندات مثل $[Ni(cN)_4]^{-4}$

6) **معقد متعادل :-** هو المعقد الذي لايحمل شحنة وهو لايتأين في الماء مثل $[Co(NH_3)_3Cl_3]$

7) **مجال التناسق :-** هو ما موجود داخل الأيون المعقد أي ضمن الأقواس المربعة [ ] .

8) **مجال التأين :-** هو كل ما موجود خارج مجال التناسق .

9) **حامض لويس :-** المادة التي تمتلك اوربتال فارغ يتقبل زوج الكتروني واحد او اكثر وتعتبر العناصر الأنتقالية حوامض لويس

10) **قاعدة لويس :-** المادة التي تمتلك زوج الكتروني قابل للتأصر وتعتبر الليگاندات قواعد لويس .

11) **الاصرة التناسقية :-** هي الاصرة الناتجة من اتحاد الايون المركزي (حامض لويس) مع الليگاند (قاعدة لويس) .

ماهو المركب التناسقي

ج // هو مركب يتكون من جزئين جزء خارج المجال التناسقي وجزء داخل المجال التناسقي حيث ترتبط الليگاندات بالايون المركزي باواصر تناسقية .

مثال // $CoCl_3 . 6NH_3$

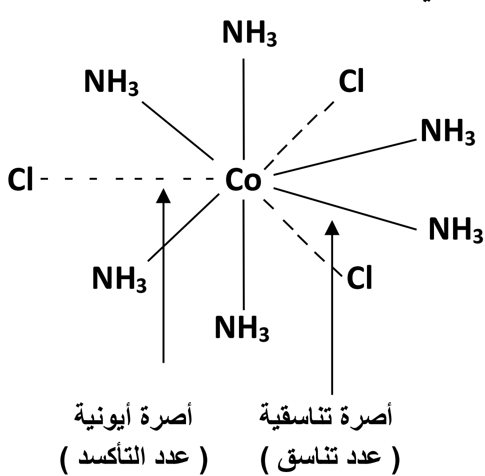
ايون مركزي — الليگاند — ايون خارج مجال التناسق

$$[Co(NH_3)_6]^{+3}Cl_3$$

ايون معقد — عدد التناسق — مجال التناسق

حيث تتصل الأمونيا بست أواصر تناسقية مع الكوبلت (العدد التناسقي) و ترتبط ذرات الكلور مع المعقد لأشباع العدد التكافؤي

مركب تناسقي



كيفية ايجاد التكافؤ الاولي (عدد التأكسد)
والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للمركبات التناسقية .

التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) يمثل تأكسد العنصر الانتقالي .
التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) يمثل عدد الليگاندات .

مثال (2 – 5) المعقد التالي $K_4[Fe(cN)_6]$ جد : 1) التكافؤ الاولي 2) التكافؤ الثانوي

الحل //

1)



2015
دور ثاني

$K_4[Fe (CN)_6]$
$K_4^{+4} [Fe (CN)_6]$
$X + (CN^-)_6 = -4$
$X + -6 = -4$
$X = -4 + 6$
$X = +2$

∴ Fe^{2+}

التكافؤ الاولي = +2
التكافؤ الثانوي = عدد التناسق = عدد الليگندات = 6

2) $[Cr (NH_3)_6] (NO_3)_3$





2016	2013
تمهيدي	دور اول

$[Cr (NH_3)_6] (NO^-_3)_3$
$[Cr^X (NH^\circ_3)_6]^{+3} (NO_3)_3^{-3}$
$X + (0 \times 6) = +3$
$X = +3 \Longrightarrow Cr^{+3}$

التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) = +3
التكافؤ الثانوي = 6

تمرين (1 – 5)
كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3[Fe (CN)_6]$ ؟

K^+
CN^-

$K_3[Fe (CN)_6]$
$K_3^{+3} [Fe(CN^-)_6]^{-3}$

$X + (-X6) = -3$
$X = -3 + 6 \quad X = +3 \quad Fe^{+3}$

التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) = +3
التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) = 6

س //
جد التكافؤ الاولي والثانوي لما يأتي :

2) $Ca_2[Ni(CN)_4]$ 1) $[Cu (NH_3)_4]^{+2}$



تسمية المركبات التناسقية

تقسم الليگاندات الى

الليگاندات المتعادلة		الليگاندات السالبة	
أسم الليگند	رمزه	أسم الليگند	رمزه
أكوا	H_2O	كلورو	Cl^-
آمين	NH_3	برومو	Br^-
كاربونيل	CO	يودو	I^-
نايتروزيل	NO	سيانو	CN^-
مثيل آمين	CH_3NH_2	آزيدو	N_3^-
بيردين	C_5H_5N	ثايو سياناتو	SCN^-
أثلين ثنائي آمين	(en)	خلاتو	CH_3COO^-
أثيلين	C_2H_4	نتريتو	NO_2^-
يوريا	$\{(NH_2)_2Co\}$	نتراتو	NO_3^-
		ثنائي مثيل كلايو كزيماتو	dmg^-
		كاربونيتو	CO_3^{-2}
		أوكزالاتو	$C_2O_4^{-2}$

1) القاعدة العامة لتسمية الأيون المعقد (التناسقي)

(عدد الليگاندات , أسم الليگند , أسم الأيون المركزي , تكافؤه الأولي)

$[\,Ag\,(NH_3)_2]^{+1}$ $X = +1$

ايون ثنائي امين الفضة I

$[\,Fe\,(CO)_5\,]$ $X = 0$

خماسي كاربونيل حديد (0)

Ă اذا كان مجال التناسق سالب الشحنة فيضاف المقطع (ات) الى الايون المركزي

مثال (نيكل ⟵ نيكلات) , (حديد ⟵ فيرات)

$[\,Ni^{+2}Cl_4\,]^{-2}$ $X + (-1 \times 4) = -2 \Longrightarrow X = +2$

ايون رباعي كلورونيكلات (II)

$[\,Fe^{+3}\,(CN)_6\,]^{-3}$ $X + (-1 \times 6) = -3 \Longrightarrow X = +3$

ايون سداسي سيانوفيرات (III)

ب // اذا كان هناك اكثر من ليگند فتسمى حسب الحروف الابجدية الانكليزية .

$[\, Cr^{+3}\, (H_2O)_4\, Cl_2\,]^+$ $X + (0 \times 4) + (-1 \times 2) = + \Longrightarrow X = +3$

ايون رباعي اكوا ثنائي كلوروالكروم (III)

$[\, Fe^{+2}\, (H_2O)_5\, NO\,]^{2+}$ $X + (0 \times 5) + (0) = 2+ \Longrightarrow X = +2$

ايون خماسي اكوا نايتروسيل حديد (II)

ج // اذا كان الليگند معقد مثل (EDTA , dmg , en , يوريا) فتستبدل البادئات ثنائي (بس) , ثلاثي (تريس)

$[\, Ni^{+2}\, (dmg)_2\,]$ $X + (-1 \times 2) = 0 \Longrightarrow X = +2$

بس (ثنائي مثيل كلايو كسيماتو) نيكل (II)

$[\, Ni^{2+}\, (en)_3\,]^{2+}$ $X + (0 \times 3) = 2+ \Longrightarrow X = 2^+$

آيون تريس (اثيلين ثنائي امين) نيكل (II)

2) تسمية المركب التناسقي كاملاً

{ المركب التناسقي يكون على شكلين } :-

1) [ايون معقد موجب]$^+$ ايون سالب$^-$ 2) ايون موجب$^+$ [ايون معقد سالب]$^-$

[   ]$^+$ A^- B^+ [   ]$^-$

ودائماً يسمى الجزء السالب ثم الجزء الموجب مثل المركبات الكيميائية الاعتيادية

Na^+Cl^- كلوريد الصوديوم	$[\, Fe^{+2}\, (H_2O)_6\,]^{+2}\, SO_4^{-2}$ كبريتات سداسي اكوا الحديد (II) وزاري 2013 دور ثالث

$Ca_2^{+4}\, [\, Fe^{+2}\, (CN)_6\,]^{-4}$
سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم

2013 دور ثاني | 2015 تمهيدي

$[\, Cr(H_2O)_4Cl_2]\, Cl$
كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)
وزاري 2014 دور ثاني | 2013 دور اول

$[\, Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$
كبريتات ثنائي كلورو بس (اثيلين ثنائي امين) الكوبلت (III)

$[\, Ni(CO)_4$ رباعي كاربونيل نيكل (0)	$[\, Ni\, (dmg)_2\,]$ بس (ثنائي مثيل كلايو كسيماتو) نيكل (II)
$[\, Co(NH_3)_5Cl]\, Cl_2$ كلوريد خماسي امين كلورو كوبلت (III)	$[\, Co(NH_3)_6]\, Cl_3$ كلوريد سداسي امين الكوبلت (III)

تمرين (5 – 5)

سم المعقدات التناسقية الاتية

1) $[Co^{+3}(NH_3)_5H_2O]^{+3}Cl_3^{-3}$

$X + (0 * 5) + (0) = +3$

$X = +3$

كلوريد اكوا خماسي امين الكوبلت (III)

2) $Na^{+}[Co(NH_3)_4Cl_2]^{-}$

$X + (0 * 4) + (-1 * 2) = -$

$X = +1$

رباعي امين ثنائي كلورو كوبلتات I الصوديوم

3) $K_2^{+2}[Pt^{+4}Cl_6]^{-2}$

$X + (-1 * 6) = -2$

$X = +4$

سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

4) $[Cr^{+3}(NH_3)_6]^{+3}(NO_3)_3^{-3}$

$X + (0 * 6) = +3$

$X = +3$

نترات سداسي امين الكروم (III)

5) $[Cu^{+2}(en)_2]^{+2}Cl_2^{-2}$

$X + (0 * 2) = +2$

$X = +2$

كلوريد بس اثلين ثنائي امين النحاس II

6) $(NH_4)_2^{+2}[Cr^{+4}(NCS)_6]^{-2}$

$X + (-1 * 6) = -2$

$X = +4$

سداسي ثايو سياناتو كروم (IV) الامونيوم

ملاحظة // اذا اعطى في السؤال اسم مركب تناسقي وطلب كتابة الصيغة .
فتكتب الصيغة كاملة مع وضع عدد التأكسد للأيون المركزي لضبط الصيغة.

مثال // نترات تريس (اثلين ثنائي امين) كوبلت (III)

$[Co^{3+}(en^{0})_3]^{3+} NO_3^{-1}$ X 3

$[Co^{3+}(en)_3]^{3+}(NO_3)_3^{-3}$

$[Co(en)_3](NO_3)_3$

مثال // كبريتات ثنائي كلورو بس (اثلين ثنائي امين) الكوبلت

$^{(III)}[Co^{3+}(en^{+0})_2\ {}^{+}Cl_2^{-2}\ {}^{=}]^{+1}$ SO_4^{-2}

ولموازنة المركب نضرب المعقد X 2

$[Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$

س // اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التالية ؟

1) ايون سداسي امين الكوبلت III
2) سداسي سيانو فيرات (III) الصوديوم
3) نترات رباعي كاربونيل نيكل (II)

واجب

انواع الليكندات

1) ليگاندات احادية المخلب // وهي ليگاندات تحوي على ذرة واحدة قابلة للأرتباط بالايون المركزي وتكوين الاصرة التناسقية مثل (CO , H_2O , NH_3 , CN^- , NO , N , CH_3NH_2 , CH_3COO^- , Cl^- , Br^- , F^- , I^-) والليگندات احادية المخلب تمنح مزدوج الكتروني واحد (2e) .

2) ليگاندات ثنائية المخلب// وهي الليگاندات التي ترتبط بالايون المركزي عبر ذرتين قابلة للارتباط(مركبات حلقية) مثل (NO_3^- , $C_2O_4^{-2}$, NH_2NH_2 , CO_3^{-2} , (en) , $CH_3COOH_2CoCH_2$, dmg) الليگندات ثنائية المخلب تمنح مزدوجين الكترونين (4e)

---

3) ليگاندات متعددة المخلب // وهي الليگاندات التي ترتبط بالايون المركزي عبر اكثر من ذرة (ثلاث او اربع او اكثر) . مثل (EDTA) . ايثلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك .

---

4) الليگاندات الكليتية // هي الليگاندات التي ترتبط في موقعين او اكثر مع الفلز المركزي .

قاعدة العدد الذري الفعال (EAN)

افترض العالم (سد جويك) بأن استقرار المعقدات التناسقية يتوقف على تماثل ترتيبها الالكتروني مع الترتيب الالكتروني للعناصر النبيلة , حيث ان المركب التناسقي يكون مستقراً اذا كان عدد الالكترونات الممنوحة من الايون المركزي مضاف اليه الالكترونات الممنوحة من الليگندات مساوي للعدد الذري لاحد العناصر النبيلة ($_{36}Kr$, $_{54}Xe$, $_{86}Rn$)

ملاحظة // هناك العديد من المعقدات التناسقية لا تنطبق عليها هذه القاعدة و لكنها مستقرة ايضاً

س // ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Co(NH_3)_6]^{+3}$ وهل تنطبق عليه قاعدة (EAN) علماً ان العدد الذري لـ Co = 27

ج // $[Co(NH_3)_6]^{+3}$

$Co^x + NH^0_3 \times 6 = +3 \Longrightarrow X = +3$

$Co = 27\ e^-$

$Co^{+3} = 24\ e^-$

$6(NH_3) = 6 \times 2e^- = 12\ e^-$

(لان NH_3 ليگاند احادي المخلب يمنح مزدوج الكتروني واحد)

∴ مجموع الالكترونات = 12 + 24 = 36

∴ العدد الذري الفعال = 36 ويساوي العدد الذري لـ Kr

∴ تنطبق عليه قاعدة (EAN)

س // ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[CoCl_4]^{-2}$ وهل تنطبق عليه قاعدة (EAN) ؟

$Co^x + Cl^{-1} \times 4 = -2 \Longrightarrow X = +2$

$Co = 27\ e^-$

$Co^{+2} = 25\ e^-$

$4\ (Cl) = 4 \times 2e^- = 8e^-$

المجموع 33

∴ لاتنطبق عليه قاعدة (EAN)

تمرين (2 – 5) احسب العدد الذري الفعال للمركبات التالية ثم بين هل تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال ؟

1) $[\,pd\,(NH_3)_6\,]^{4+}$

$X + (0 * 6) = 4+ \Longrightarrow X = 4+$

وزاري 2014 تمهيدي

$Pd = 46$

$Pd^{4+} = 46 - 4 = 42\ e^-$

$6NH_3 = 2 * 6 = 12\ e^-$

العدد الذري الفعال = 54 e

∴ تنطبق قاعدة (EAN)

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

2) $[\,Fe\,(CN)_6\,]^{3-}$

$X + (-1 * 6) = 3^- \Longrightarrow X = 3+$

وزاري 2015 دور اول

$Fe = 26\ e^-$

$Fe^{3+} = 26 - 3 = 23\ e^-$

$6CN = 2 * 6 = 12\ e^-$

العدد الذري الفعال = 35 e

∴ تنطبق قاعدة (EAN)

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

3) $[\,Ni\,(en)_3\,]^{2+}$

$X + (0 * 3) = 2+ \Longrightarrow X = 2+$

وزاري 2015 دور ثالث

$Ni = 28\ e$

$Ni^{2+} = 28 - 2 = 26\ e$

$3\ en = 4 * 3 = 12\ e$

$[\,Ni\,(en)_3\,] = 38\ e^-$ العدد الذري الفعال

لاتنطبق قاعدة EAN لان العدد الذري الفعال لايساوي احد الاعداد الذرية للغازات النبيلة.

تمرين (3 – 5) ماهو العدد الذري الفعال للمعقد $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$, $[Ag(NH_3)_4]^{+}$ وهل تنطبق قاعدة EAN عليها ؟

1) $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$

$X + (0 * 6) = 2+ \Longrightarrow X = 2+$

$Ni = 28\ e^-$

$Ni^{2+} = 28 - 2 = 26\ e^-$

$6NH_3 = 2 * 6 = 12\ e^-$

$[Ni(NH_3)_6]^{2+} = 38\ e^-$

لا تنطبق قاعدة (EAN)

وزاري 2013 تمهيدي

2) $[Ag(NH_3)_4]^+$

$X + (0 * 4) = 1+$ $X = 1+$

$Ag = 47\ e^-$

$Ag^+ = 47 - 1\ e^- = 46\ e^-$

$4NH_3 = 2 * 4 = 8\ e^-$

$[Ag(NH_3)_4]^+ = 54\ e^-$

العدد الفعال تنطبق قاعدة EAN

مركبات الكاربونيل المتعادلة

1) اذا كان العدد الذري للأيون المركزي زوجي

مثال // ما هو العدد الذري الفعال للمعقدات التالية وهل تنطبق عليها قاعدة (EAN)

1) $[Cr(CO)_6]$
$Cr = 24\ e^-$
$6Co = 6 x 2e^- = 12\ e^-$
36

2) $[Fe(CO)_5]$
$Fe = 26\ e^-$
$5Co = 2 x 5 = 10\ e^-$
36

3) $[Ni(CO)_4]$
$Ni = 28\ e^-$
$4Co = 2 x 4 = 8\ e^-$
36

∴ تنطبق قاعدة (EAN) لان الناتج (36) مشابه للعدد الذري (36 Kr) لان الاعداد الذرية للفلزات زوجية .

---

2) اذا كان العدد الذري للايون المركزي فردي لايخضع لقاعدة (EAN) , لذلك تتواجد بشكل مزدوجات (Dimer)

مثال // ما هو العدد الذري الفعال للمعقدات التالية وهل تنطبق عليها (EAN)

1) $[Co_2(CO)_8]$
$Co = 27\ e^-$
$Co - Co = 1\ e^-$
$4Co = 4 x 2 = 8$
36

2) $[Mn_2(CO)_{10}]$
$Mn = 25\ e^-$
$Mn - Mn = 1e^-$
$5Co = 5 x 2 = 10e^-$
36

3) $[Re_2(CO)_{10}]$
$Re = 75\ e^-$
$Re - Re = 1e^-$
$5Co = 5 x 2 = 10e^-$
86

∴ تخضع هذه المعقدات لقاعدة (EAN) بسبب تكوينها مزدوجات (Dimer) بسبب كون الاعداد الذرية لفلزاتها فردية .

نظريات التأصر فى المركبات التناسقية

1) نظرية اصرة التكافؤ (VBT) .

2) نظرية المجال البلوري (CFT) .

3) نظرية الاوربتال الجزيئي (MOT) .

نظرية اصرة التكافؤ (V B T)

يمكن من خلال هذه النظرية معرفة تهجين المركب التناسقي وشكله الهندسي وصفته المغناطيسية وحساب الزخم الزاوي له من العلاقة $M = [e(e+2)]^{1/2}$

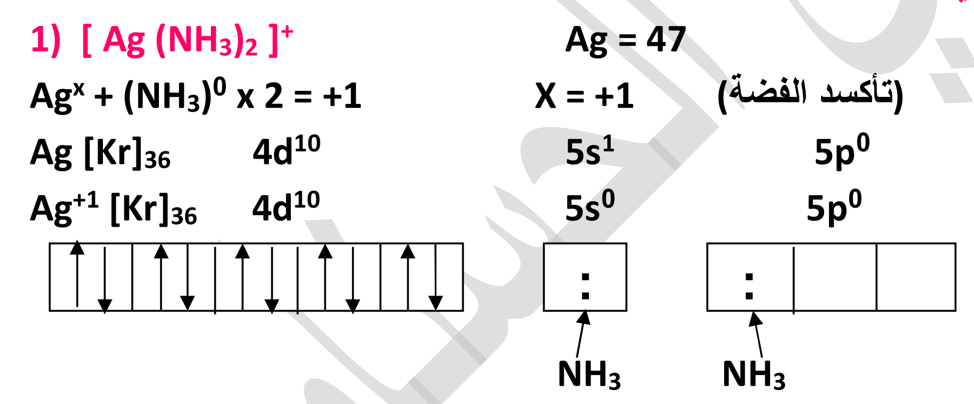
حيث M يمثل الزخم الزاوي

e يمثل عدد الالكترونات المنفردة

(وحدة قياس الزخم الزاوي B . M)

(1) اذا كان العدد التناسقي [2]

س // اعتماداً على نظرية (VBT) ماهو عدد الالكترونات المنفردة وقيمة الزخم الزاوي ونوع التهجين والشكل الهندسي للمعقدات الاتية ؟



1) $[Ag(NH_3)_2]^+$ Ag = 47

$Ag^x + (NH_3)^0 \times 2 = +1$ X = +1 (تأكسد الفضة)

$Ag\ [Kr]_{36}\ 4d^{10}\ 5s^1\ 5p^0$

$Ag^{+1}\ [Kr]_{36}\ 4d^{10}\ 5s^0\ 5p^0$

NH_3 NH_3

لا توجد الكترونات مفردة لذلك يعتبر دايا مغناطيسي والزخم الزاوي = صفر

H_3N ——— Ag ——— NH_3

نوع التهجين SP^1 و الشكل خط مستقيم (خط مستقيم)

---

2) $[Cu(CN)_2]^-$

$Cu^x + CN^{-1} \times 2 = -1$

$X + -2 = -1$

$\therefore X = +1$

$_{29}Cu\ [Ar]_{18}\ 3d^9\ 4S^2\ 4P^0$

$_{29}Cu^{+1}\ [Ar]_{18}\ 3d^{10}\ 4S^0\ 4P^0$

CN ——— Cu ——— CN

∴التهجين Sp^1

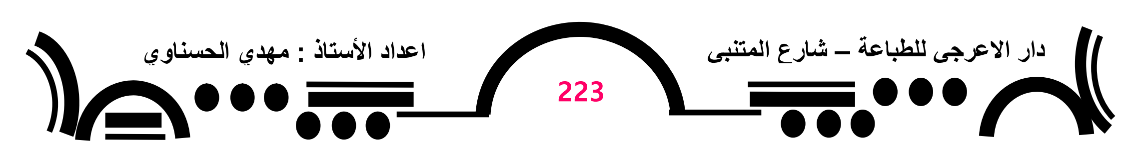
الشكل خط مستقيم

الزخم الزاوي = صفر

لعدم وجود الكترونات مفردة

CN CN

دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات مفردة



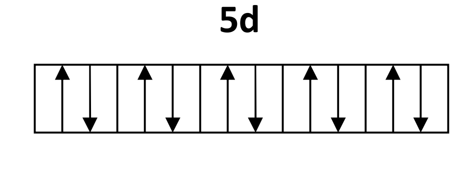
3) $[Au(Cl)_2]^-$ $Au^x + Cl^{-1} \times 2 = -1 \Longrightarrow X = +1$

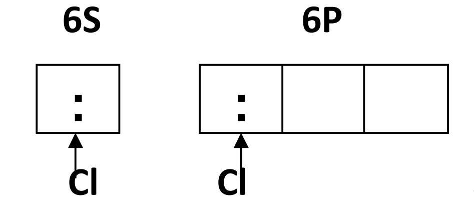
$_{79}Au^{+1}\ [Xe]_{54}$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^1$ $6P^\circ$

$_{79}Au^{+1}\ [Xe]_{54}$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^\circ$ $6P^\circ$

∴ التهجين sp^1

5d 6S 6P





الشكل خط مستقيم

الزخم الزاوي = صفر

دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات مفردة

خط مستقيم

Cl—— Au—— Cl

---

4) $[Ag(CN)_2]^-$ $Ag^x + CN^{-1} \times 2 = -1 \Longrightarrow X = +1$

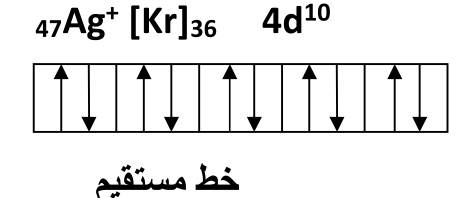
$_{47}Ag\ [Kr]_{36}$ $4d^{10}$ $5S^1$ $5P^0$

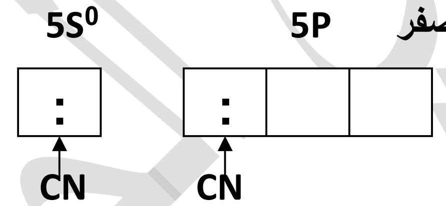
∴التهجين SP^1

الشكل خط مستقيم

$_{47}Ag^+\ [Kr]_{36}$ $4d^{10}$ $5S^0$ 5P

الزخم الزاوي = صفر





دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات مفردة

خط مستقيم

CN——— Ag——— CN

(2) اذا كان العدد التناسقي [3]

س // اعتماداً على نظرية (VBT) ما هو عدد الالكترونات الحرة وقيمة الزخم الزاوي ونوع التهجين والشكل الهندسي للمعقدات الاتية :-

1) $[HgI_3]^{-1}$ $Hg^x + 3I^- = -1 \Longrightarrow X = +2$

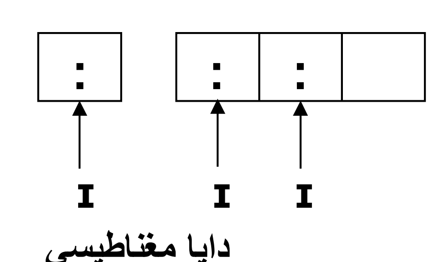
$_{80}Hg\ [Xe]_{54}$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^2$

$_{80}Hg^{+2}\ [Xe]^{54}$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^0$ $6P^0$

التهجين sP^2

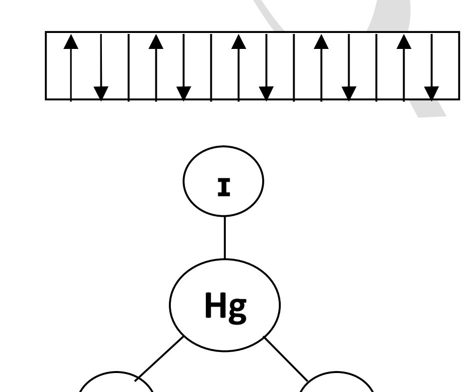
الشكل مثلث مستوي

الزخم الزاوي = صفر



دايا مغناطيسي

(لعدم وجود الكترونات مفردة)



3) إذا كان العدد التناسقى [4]

ملاحظة // 1) اذا كان المستوى الثانوي 3d فيجب معرفة الليگندات القوية (الضاغطة) والضعيفة غير ضاغطة

- جميع الليگندات السالبة ضعيفة ماعدا :- CN^- , dmg^- قوية
- جميع الليگندات المتعادلة قوية ماعدا :- H_2O ضعيف

1) اذا كان المستوى الثانوي 4d او 5d فتكون جميع الليگندات قوية (ضاغطة) .

س // اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ماهو عدد الالكترونات المفردة وماهو الزخم الزاوي والصفة المغناطيسية ونوع التهجين والشكل الهندسي للمعقدات التالية ؟

1) $[NiCl_4]^{-2}$

$Ni^x + Cl^{-1} \times 4 = -2$

$X = +2$

(Cl ليگاند غير ضاغط)

$_{28}Ni\ [Ar]_{18}\quad 3d^8\quad 4S^2\quad 4P^0$

$_{28}Ni^{+2}\ [Ar]_{18}\quad 3d^8\quad 4S^0\quad 4P^0$

↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑		:		:	:	:
						Cl		Cl	Cl	Cl

التهجين Sp^3

الشكل رباعي الأوجه منتظم

بارا مغناطيسية

(لوجود الكترونات مفردة)

عدد الالكترونات المفردة = 2

∴ $M = [e (e + 2)]^{1/2}$ (الزخم الزاوي)

$M = [2 (2 + 2)]^{1/2}$

$M = [8]^{1/2} = 2.82$ BM

---

2) $[Ni (CN)_4]^{-2}$

$Ni^x + CN^{-1} \times 4 = -2$ ∴ $X = +2$

$_{28}Ni\ [Ar]_{18}\quad 3d^8\quad 4S^2\quad 4P^0$

$_{28}Ni^{+2}\ [Ar]\quad 3d^8\quad 4S^0\quad 4P^0$

(CN^- ليگاند ضاغط)

لذا تنضغط الالكترونات في الغلاف d

↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑						

↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	:		:		:	:	
				CN		CN		CN	CN	

∴ نوع التهجين dSP^2

الشكل مربع مستوي

الزخم الزاوي = صفر

دايا مغناطيسي

3) $[PtCl_4]^{-2}$

$Pt^x + Cl^- \times 4 = -2$ $X = +2$

$_{78}Pt$ $[Xe]_{54}$ $4F^{14}$ $5d^8$ $6S^2$ $6P^0$

$_{78}Pt^{+2}$ $[Xe]^{54}$ $4F^{14}$ $5d^8$ $6S^0$ $6P^0$

∴المستوى 5d
∴الليگاند ضاغط
∴ التهجين dsp^2
الشكل مربع مستوي
الزخم الزاوي = صفر

Cl Cl Cl Cl

دايا مغناطيسي (لعدم وجود الكترونات مفردة)

تمرين(5 – 6) أعتماداً على VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الأتية من الليكندات للمعقد $[Cu(CN)_2]^-$

$_{29}Cu$ $[Ar]_{18}$ $3d^9$ $4S^2$ $4P^0$

$_{29}Cu$ $[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^1$ $4P^0$

3d 4S 4P

$[Cu(CN)_2]^-$

$X = +(-1 * 2) = -1$

$X = +1$

$_{29}Cu^+$ $[Ar]_{18}$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$

3d 4S 4P

CN CN

تمرين (5 – 7) لماذا المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارا مغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{2-}$ دايا مغناطيسي ؟ وضح ذلك وفق نضرية اصرة التكافؤ ؟

الحل //

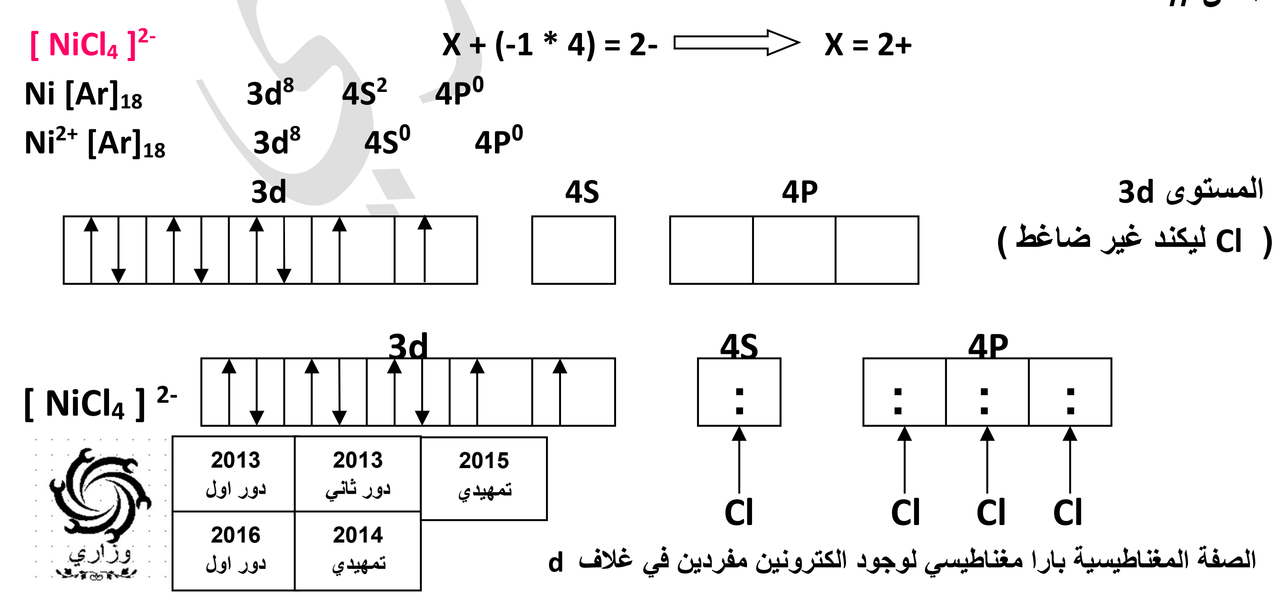
$[NiCl_4]^{2-}$ $X + (-1 * 4) = 2-$ ⟹ $X = 2+$

Ni $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$

Ni^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

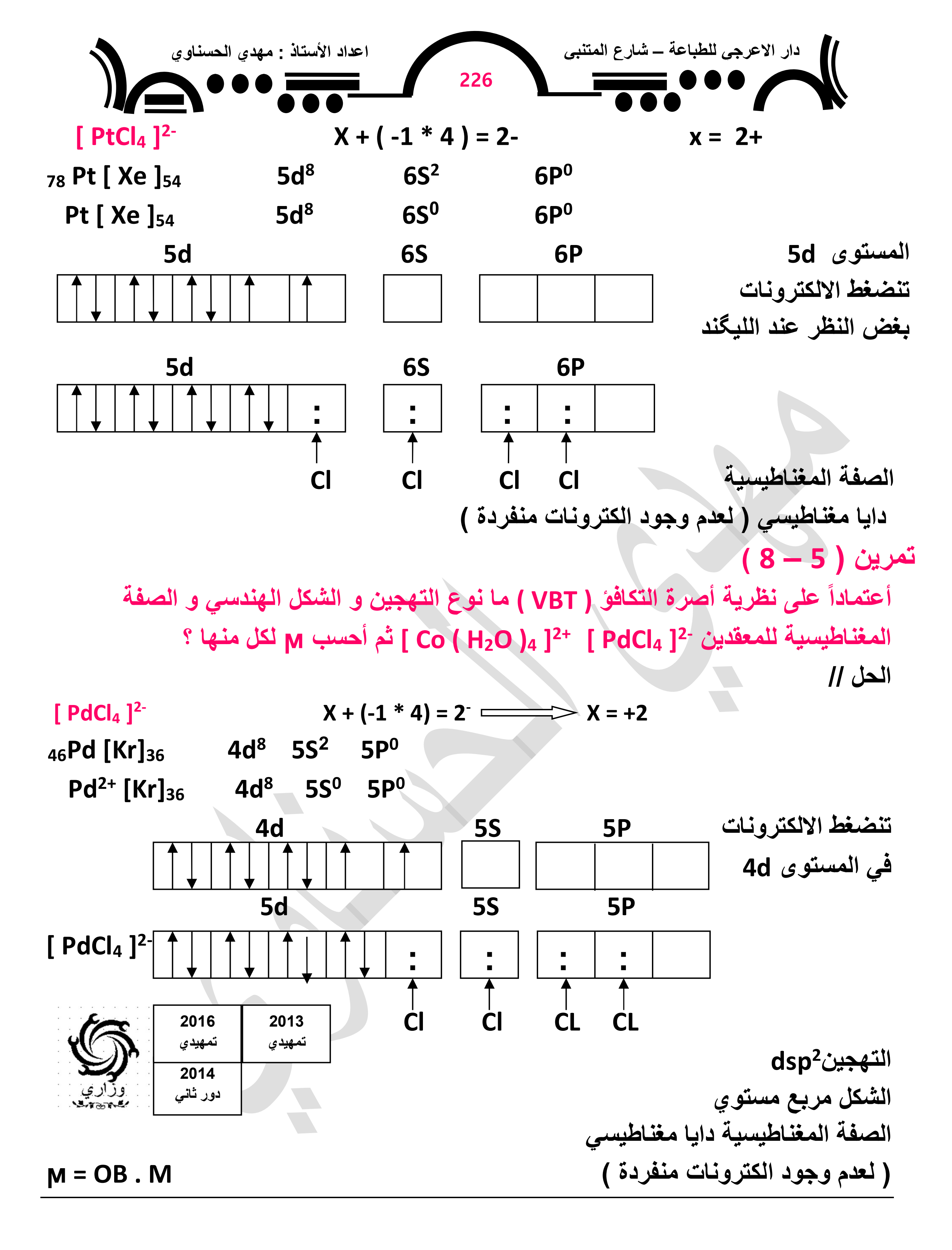
3d 4S 4P

المستوى 3d
(Cl ليكند غير ضاغط)



2013 دور اول	2013 دور ثاني	2015 تمهيدي
2016 دور اول	2014 تمهيدي	

الصفة المغناطيسية بارا مغناطيسي لوجود الكترونين مفردين في غلاف d



$[PtCl_4]^{2-}$ $X + (-1 * 4) = 2-$ $x = 2+$

$_{78}Pt\ [Xe]_{54}$ $5d^8$ $6S^2$ $6P^0$

$Pt\ [Xe]_{54}$ $5d^8$ $6S^0$ $6P^0$

المستوى 5d
تنضغط الالكترونات
بغض النظر عند الليگند

5d 6S 6P

5d 6S 6P

Cl Cl Cl Cl

الصفة المغناطيسية
دايا مغناطيسي (لعدم وجود الكترونات منفردة)

تمرين (5 – 8)

أعتماداً على نظرية أصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين و الشكل الهندسي و الصفة المغناطيسية للمعقدين $[PdCl_4]^{2-}$ $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ ثم أحسب M لكل منها ؟

الحل //

$[PdCl_4]^{2-}$ $X + (-1 * 4) = 2^- \Longrightarrow X = +2$

$_{46}Pd\ [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^2$ $5P^0$

$Pd^{2+}\ [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$

تنضغط الالكترونات
في المستوى 4d

4d 5S 5P

5d 5S 5P

$[PdCl_4]^{2-}$

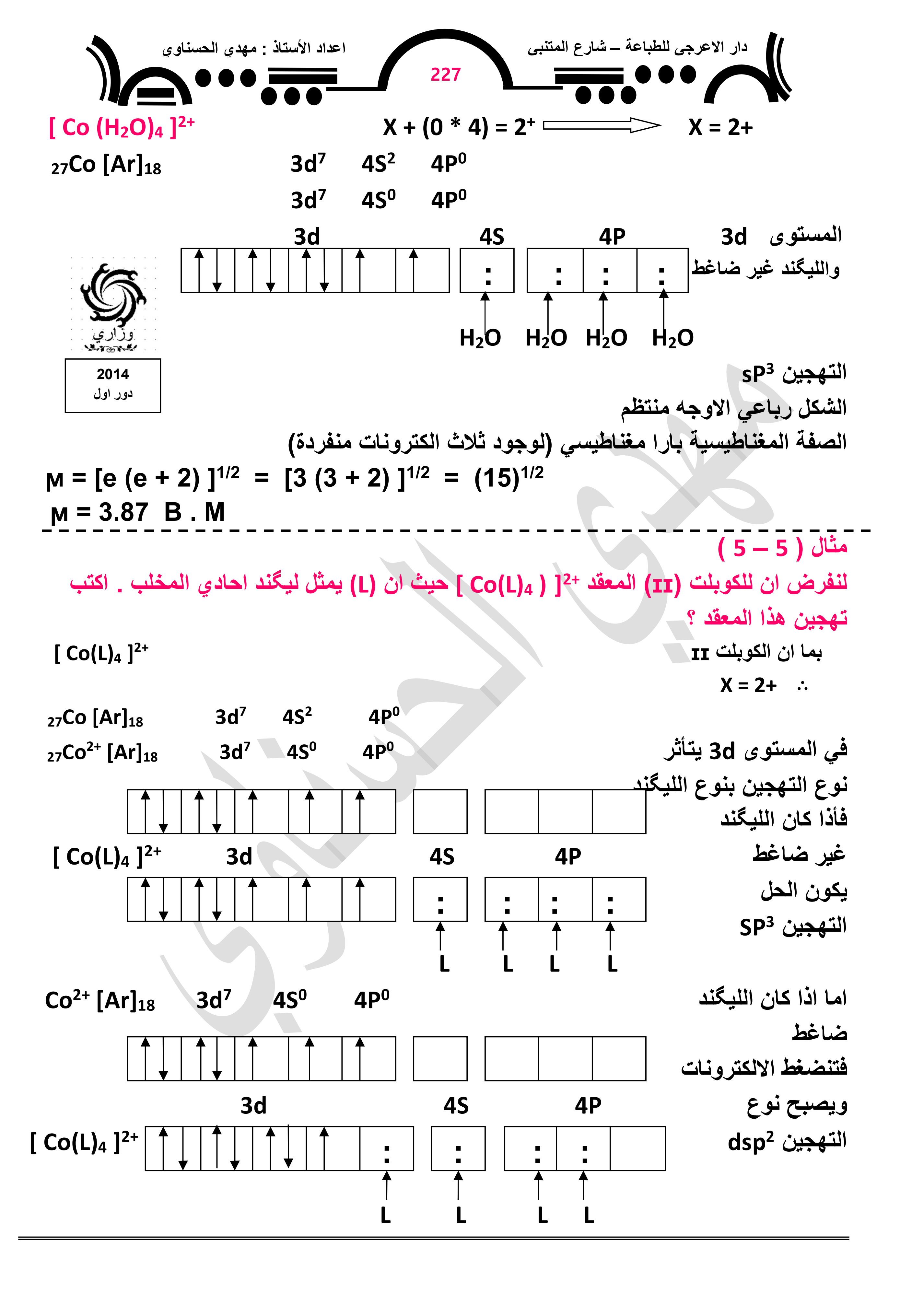
Cl Cl CL CL

2013 تمهيدي	2016 تمهيدي
	2014 دور ثاني

وزاري

التهجين dsp^2
الشكل مربع مستوي
الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسي
(لعدم وجود الكترونات منفردة)

M = OB . M



$[Co(H_2O)_4]^{2+}$ $X + (0 * 4) = 2^+$ ⟹ $X = 2+$

$_{27}Co\ [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

$3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

المستوى 3d والليكند غير ضاغط

3d 4S 4P

H_2O H_2O H_2O H_2O

2014
دور اول

التهجين sP^3

الشكل رباعي الاوجه منتظم

الصفة المغناطيسية بارا مغناطيسي (لوجود ثلاث الكترونات منفردة)

$\mu = [e(e+2)]^{1/2} = [3(3+2)]^{1/2} = (15)^{1/2}$

$\mu = 3.87$ B . M

مثال (5 – 5)

لنفرض ان للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{2+}$ حيث ان (L) يمثل ليگند احادي المخلب . اكتب تهجين هذا المعقد ؟

بما ان الكوبلت II

∴ $X = 2+$

$[Co(L)_4]^{2+}$

$_{27}Co\ [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

$_{27}Co^{2+}\ [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

في المستوى 3d يتأثر نوع التهجين بنوع الليگند فأذا كان الليگند غير ضاغط يكون الحل التهجين SP^3

$[Co(L)_4]^{2+}$ 3d 4S 4P

L L L L

اما اذا كان الليگند ضاغط فتنضغط الالكترونات ويصبح نوع التهجين dsp^2

$Co^{2+}\ [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

3d 4S 4P

$[Co(L)_4]^{2+}$

L L L L

س /

لنفرض ان للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{2+}$ حيث ان (L) يمثل ليگند احادي المخلب وقيمة $\mu = 3.87\ B.M$ اكتب تهجين هذا المركب ؟

واجب

س /

لنفرض ان للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{2+}$ حيث ان (L) يمثل ليگند احادي المخلب وقيمة $\mu = 1.78\ B.M$ اكتب تهجين هذا المركب ؟

واجب

س // للايون المعقد الاتي ($[MnCl_4]^{-2}$)

بين كل مما يأتي :-

1) اسم الايون 2) التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي 3) نوع الليگند 4) صفته المغناطيسية 5)الزخم الزاوي له 6) نوع التهجين 7) الشكل الهندسي .

$[MnCl_4]^{-2}$

ايون رباعي كلورو منغنات II

$Mn^x + Cl^{-1} \times 4 = -2 \Longrightarrow X + (-4) = -2 \Longrightarrow X = +2$

(التكافؤ الاولي) عدد التأكسد = +2

(التكافؤ الثانوي) عدد التناسق = 4

3) Cl (ليگند احادي المخلب) غير ضاغط

$_{25}Mn\ [Ar]_{18}\quad 3d^5\quad 4S^2\quad 4P^0$

$_{25}Mn^{+2}\ [Ar]_{18}\quad 3d^5\quad 4S^0\quad 4P^0$

3d: [↑] [↑] [↑] [↑] [↑]   4s: [:]   4p: [:] [:] [:]

(Cl → 4s ، Cl → 4p ، Cl → 4p ، Cl → 4p)

التهجين SP^3

الشكل رباعي الاوجه منتظم

الصفة المغناطيسية (بارا مغناطيسي)

عدد الالكترونات المنفردة = 5

الزخم الزاوي

$\mu = [\,e(e+2)\,]^{1/2}$

$= [\,5(5+2)\,]^{1/2}$

$= [\,35\,]^{1/2} = 5.9\ B.M$

تعاليل الفصل الخامس

1) EDTA ليكند سداسي السن . علل ؟

ج // لأحتوائه على ست ذرات قادرة على الأرتباط التناسقي .

2) بعض المركبات التناسقية لا تذوب في الماء . علل ؟

ج // لأنها مركبات متعادلة لاتحمل شحنة .

3) المركب $[Ni (dmg)_2]$ لا يذوب في الماء . علل ؟

ج // لأنه معقد متعادل لايحمل شحنة .

4) (en) ليكند ثنائي المخلب . علل ؟

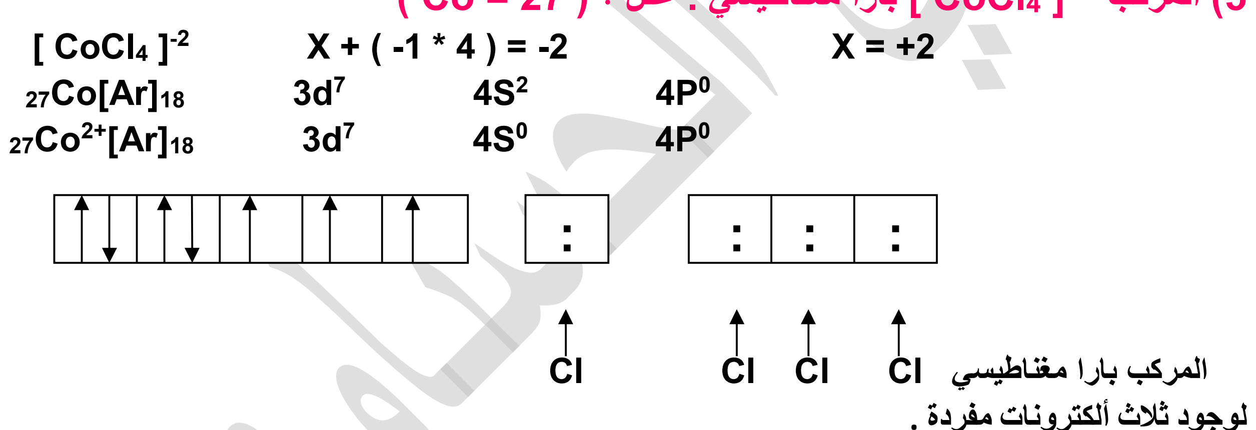
ج // لأنه يحتوي على ذرتين مانحتين قابلة على الأرتباط التناسقي .

5) المركب $[CoCl_4]^{-2}$ بارا مغناطيسي . علل ؟ (Co = 27)

$[CoCl_4]^{-2}$ $X + (-1 * 4) = -2$ $X = +2$

$_{27}Co[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

$_{27}Co^{2+}[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$



المركب بارا مغناطيسي لوجود ثلاث ألكترونات مفردة .

6) عناصر السلسلتين الأنتقاليتين الثانية والثالثة رباعية التناسق تكون ذات أشكال هندسية من نوع مربع مستوي (تهجين dsp^2) بغض النظر عن نوع الليكند سواء كان ظاغطاً أم غير ظاغط . علل ؟

ج // بسبب كبر حجم الأيونات في السلسلة الأنتقالية الثانية و الثالثة مقارنة بحجم الأيونات في السلسلة الأنتقالية الأولى .

فراغات مهمة

1) .... هو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته كافة الأيونات المكونة له بينما ، .... هو مركب اضافة مستقر لاتعطي عند اذابته في الماء كافة الأيونات المكونة له .

2) تتشبع التكافؤات الأولية بـ .... ، بينما تتشبع التكافؤات الثانوية بـ ....

3) صنفت الليكندات المعروفة حسب .... الى .... و ....

4) .... هو ليكند سداسي السن بينما ، (en) هو ليكند .... و أسمه هو ......

5) ترتبط الليكندات ثنائية المخلب بالأيون المركزي عبر ذرتين .... مكونة مركبات ....

6) يسمى المعقد الذي لايحمل شحنة بالمعقد .... و هو .... في الماء .

7) تكمن أهمية قاعدة العدد الذري الفعال في .... الفلزية .

8) من المركبات المعقدة المهمة في حياتنا هي .... و .... و ....

9) يعد المركب .... هو البداية الحقيقية للكيمياء التناسقية .

10) يتكون المركب التناسقي من تفاعل .... مع ....تتكون آصرة تناسقية .

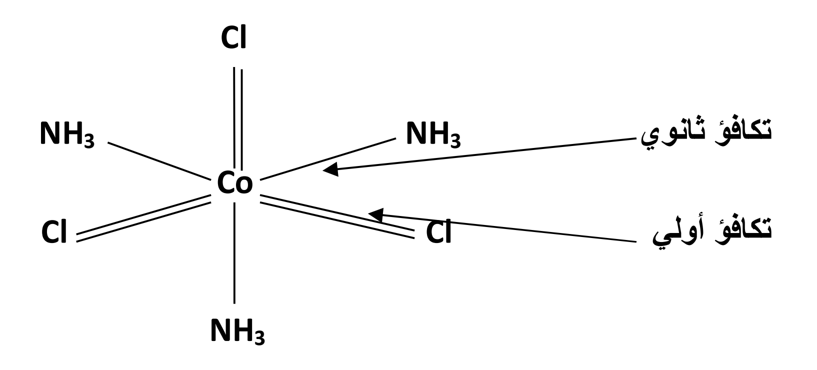
11) يرتبط المعقد التناسقي بآصرة تناسقية و يكون الليكند هو .... و الأيون المركزي هو ....

12) يحوي الليكند الأحادي المخلب على ذرة واحدة قابلة للأرتباط بالأيون المركزي و تدعى بـ............

13) يدعى المجال الخارجي للمعقد التناسقي بـ ....

س // مثل المركب $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ حسب نظرية فرنر ؟

الحل //



س // بين الفرق بين تفسير نظرية السلسة و تفسير نظرية فرنر لأرتباط المركب $CoCl_3 . 5NH_3$ وكيف تفسر النظريتان ظهور كشف لأيون كلور واحد و عدم ظهور كشف لأيوني الكلور الأخرين ؟



س // بين سبب فشل نظرية السلسة في تفسير إرتباط المركب $CoCl_3 . 6NH_3$ و نجاح نظرية فرنر في تفسير ارتباط هذا المركب ؟

الحل //

لأن نظرية السلسلة افترضت أن أيونات الكلوريد و الأمونيا ترتبط بالذرة المركزية (Co) بشكل سلسلة .

Co — NH_3Cl
Co — $NH_3 – NH_3 – NH_3 – NH_3\ Cl$
Co — NH_3Cl

و أعتبرت أن الكلور الذي لا يرتبط مع الذرة المركزية مباشرة لا يمكن أن يترسب بينما وجد أن الكلور يترسب على شكل كلوريد الفضة عند اضافة نترات الفضة لذا فشلت نظرية السلسلة في تفسير ارتباط هذا المركب .

أما نظرية فرنر ففسرت ارتباط هذا المركب بالشكل الأتي $[Co(NH_3)_6]Cl_3$

حيث ترتبط جزيئات الأمونيا بآواصر تناسقية و تكون داخل مجال التناسق للفلز .

أما أيونات الكلوريد فتكون خارج مجال التناسق و ترتبط بآواصر أيونية و تترسب جميعها عند أضافة نترات الفضة .

المفاهيم الأساسية

الملح المزدوج و المركب التناسقي:- عند مزج محلولي ملحين بسيطين بنسبة مولية بسيطة تحصل على نوعين من مركبات الإضافة هما الملح المزدوج (Doble Salt) و المركب التناسقي (Coordination Compound) و الملح المزدوج هو مركب إضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة . اما المركب التناسقي فهو ايضاً مركب إضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء ، أي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي .

نظرية السلسلة Chain Theory :- و هي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان الليكندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون الذي كان معروفاً في الكيمياء العضوية و ترتبط مع الايون المركزي لإشباع نوع واحد من التكافؤ

نظرية فرنر Werner's Theory :- و هي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ ، تكافؤ اولي يعرف بحالة التأكسد و تكافؤ ثانوي يعرف بعدد التناسق ، و يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافئين حيث تتشبع التكافؤات الأولية بأيونات سالبة ام التكافؤات الثانوية فتتشبع بأيونات سالبة او جزيئات متعادلة .

الليكند Ligand :- جزيء او ايون سالب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر من المزدوجات الألكترونية و عندما يهب الليكند مزدوجاً واحداً من الالكترونات فأنه يدعى احادي المخلب (monodentate) و عندما يهب زوجين من الالكترونات يدعى ثنائي المخلب (bidenatet) و عندما يهب اكثر من زوجين من الألكترونات يدعى متعدد المخلب (multidenatetv) .

قاعدة العدد الذري الفعال (Effective Atomic Number Rule (EAN)) :-

تنص هذه القاعدة على ان المعقد التناسقي يصبح مستقراً اذا كان مجموع الألكترونات الموجودة على الفلز و الالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لأحد الغازات النبيلة Kr أو Xe أو Rn و يسمى المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية و الممنوحة من الليكندات بالعدد الذري الفعال .

نظرية اصرة التكافؤ (Valence Bond Theory (VBT)) :-

تعد هذه النظرية تكوين المركبات التناسقية تفاعلاً بين حامض لويس (الفلز) و قاعدة لويس (الليكند) مع تكوين اصرة تناسقية بينهما . و هي ذات علاقة وثيقة بالتهجين و الشكل الهندسي للمعقدات و تمثل في هذه النظرية اوربيتالات الفلز بمربعات (او في بعض الأحيان دوائر) لبيان توزيع الكترونات الغلاف الخارجي للفلز و الألكترونات الأتية من الليكندات .

الأعداد التناسقية و الأشكال الهندسية :-

ان للعدد التناسقي (عدد الليكندات التي ترتبط بالأيون المركزي بأواصر تناسقية مضروبة في عدد المخالب) علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي فاذا كان العدد التناسقي يساوي 2 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون ذو تركيب خطي اما اذا العدد التناسقي يساوي 3 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون مثلث مستوي (Trigo – nal Planer) و اذا كان العدد التناسقي يساوي 4 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون اما بشكل رباعي الأوجه منتظم (Tetrachedral) او مربع مستوي (Square Planer) .

حل أسئلة الفصل الخامس

س 1 // ما الذي يميز العناصر الأنتقالية عن العناصر الممثلة ؟

ج// 1) لها أوربيتالات d أو مملوءة جزئياً لذلك تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية .
2) لها حالات تأكسد متعددة .
3) العديد من مركباتها ملونة .
4) لها ميل كبير لتكوين أيونات أو مركبات معقدة .

س 2 // ماهو الفرق بين الأملاح المزدوجة و المركبات المعقدة ؟

ج // ان الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة هي :

ان الملح المزدوج هو مركب اضافة يعطي عند اذابته في الماء الايونات المكونة له كافة , اي يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة . مثل ملح مور حيث يعطي ايونات Fe^{2+} و NH_4^+ و So_4^{2-} عند اذابته بالماء .

اما المركب التناسقي فهو مركب اضافة لايعطي الايونات المكونة له كافة عند ذوبانه في الماء , اي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونه له ستختفي . مثل المركب التناسقي $CuSO_4 . 4NH_3$ يذوب في الماء وفق المعادلة :

$$CuSo_4 . 4NH_3 \rightleftharpoons [\ Cu(NH_3)_4\ ]^{2+} + SO_4^{2-}$$

حيث نلاحظ ان المركب لم يعط الايونات التي تكون منها كافة Cu^{2+} SO_4^{2-} بل يعطي ايون SO_4^{2-} فقط.

س 3 // عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فان المحلول الناتج يعطي كشفاً لايون Fe^{2+} , بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 4:1 فان المحلول الناتج لايعطي كشفاً لايون Cu^{2+} . وضح ذلك ؟

الحل // عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فأن المركب الناتج يكون كما في المعادلة :

$$(NH_4)_2\ SO_4 + FeSO_4 \longrightarrow FeSO_4\ .\ (NH_4)_2\ SO_4$$

والمركب الناتج هو ملح مور وهو ملح مزدوج عند ذوبانه في الماء يعطي كشف الايونات المكونة له كافة وهي Fe^{2+} و So_4^{2-}

اما عند مزج محلول $CuSo_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 4:1 فأن المركب الناتج يكون على وفق المعادلة الاتية :-

$$CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow [\ Cu(NH_3)_4\ ]\ SO_4$$

والمركب الناتج هو مركب تناسقي يذوب في الماء على وفق المعادلة :

$$[\ Cu\ (NH_3)_4\ ]\ SO_4 \rightleftharpoons [\ Cu\ (NH_3)_4\ ]^{2+} + SO_4^{2-}$$

وهذا يعني انه يعطي كشف لايون So_4^{-2} فقط ولايعطي كشف لايون Cu^{2+} لانه ليس ايوناً مستقلاً بل ضمن الايون المعقد $[\ Cu\ (NH_3)_4\ ]^{2+}$

س 4 // عرف العدد الذري الفعال , ثم احسب قيمته لكل من المعقدات الاتية :

-1 $[PtCl_6]^{2-}$ -2 $[Pt(NH_3)_6]$ -3 $[FeCl_4]^-$

-4 $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ -5 $[Ag(NH_3)_2]^+$

الحل // العدد الذري الفعال :- وهو مجموع عدد الالكترونات الموجودة على الفلز او الايون المركزي للالكترونات الممنوحة من الليگندات . وتكون قيمته للمعقدات كالاتي :-

3) $[FeCl_4]^-$

$Fe = 26\ e^-$

$Fe^{3+} = 23\ e^-$

$4Cl^- = 8\ e^-$

$[FeCl_4]^- = 31\ e^-$

2) $[Pt(NH_3)_6]$

$Pt = 78\ e^-$

$6NH_3 = 12\ e^-$

$[Pt(NH_3)_6] = 90\ e^-$

1) $[PtCl_6]^{2-}$

$Pt = 78\ e^-$

$Pt^{4+} = 74\ e^-$

$6Cl^- = 12\ e^-$

$[PtCl_6]^{2-} = 86\ e^-$

5) $[Ag(NH_3)_2]^+$

$Ag = 47\ e^-$

$Ag^+ = 46\ e^-$

$2NH_3 = 4\ e^-$

$[Ag(NH_3)_4]^+ = 50\ e^-$

4) $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$

$Cr = 24\ e^-$

$Cr^{3+} = 21\ e^-$

$6NH_3 = 12\ e^-$

$[Cr(NH_3)_6]^{3+} = 33\ e^-$

س 5 // ما العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للحديد في المركبات الاتية :

-1 $Fe(CO)_5$ -3 $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$

-2 $K_3[Fe(CN)_6]$ -4 $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

الحل //

1) $Fe(CO)_5$

$Fe^{(X)} + (CO)_6 = 0$

$X + 0 \times (5) = 0$

$X = 0$

لذا فعدد التأكسد للحديد هو (0)

2) $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$

$Fe^X + 3(-2) = -3$

$X - 6 = -3$

$X = +3$

لذا فعدد التأكسد للحديد هو (+3)

3) $K_3[Fe(CN)_6]$

$Fe^{(X)} + (CN)_6 = -3$

$X - 6 = -3$

$X = +3$

لذا فعدد التأكسد للحديد هو (+3)

4) $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

$Fe^{(X)} + 5 \times (0) + 1 \times (0) = +2$

$X = +2$

لذا فعدد التأكسد للحديد هو (+2)

س 6 // سم المركبات المعقدة الاتية :

الحل //

1) $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$
ايون خماسي اكوا نايتروسيل الحديد (II)

2) $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$
خماسي سيانو نايتروزيل فيرات (III) الصوديوم

3) $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$
كبريتات خماسي امين ازيدو الكوبلت(III)

4) $K_4[Ni(CN)_4]$
رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم

5) $[Cr(H_2O)_4Cl]^+$
ايون رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم(III) امين)

6) $[Ni(en)_2Cl_2]^{2+}$
ايون ثنائي كلورو بس (اثيلين ثنائي امين النيكل (IV)

1) $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$
ثلاثي امين ثلاثي نايترو الكوبلت (III)

8) $K_2[PtCl_6]$
سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم

س 7 // اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التناسقية الاتية :

أ) نترات ترس (اثيلين ثنائي امين) كوبلت(III)
$[Co(en)_3](NO_3)_3$

ب) سداسي سيانو نيكلات (0) بوتاسيوم
$K_6[Ni(CN)_6]$

ج) رباعي سيانو نيكلات (II) صوديوم
$Na_2[Ni(CN)_4]$

د) رباعي كلورو نيكلات (II) بوتاسيوم
$K_2[NiCl_4]$

ه) رباعي كلورو منغنات (II) بوتاسيوم
$K_2[MnCl_4]$

و) كلوريد سداسي اكواتيتانيوم (III)
$[Ti(H_2O)_6]Cl_3$

ز) رباعي كاربونيل نيكل (0)
$[Ni(CO)_4]$

ح) ايون (اثيلين ثنائي امين) رباعي يودوكرومات(III)
$[Cr(en)I_4]^-$

ط) ايون رباعي كاربونيل كوبلتات (-1)
$[Co(CO)_4]^-$

ي) ايون رباعي امين نحاس (II)
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

س 8 // اذا كان لديك المركبات التناسقية الثلاثة الاتية :

$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 . H_2O$ و $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ و $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl . 2H_2O$

أ- العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في كل مركب ؟
ب- العدد التناسقي للكروم في كل مركب ؟
ج- اسماء هذه المركبات ؟

الحل //

$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl . 2H_2O$
$Cr^{(x)} + 4 \times (0) + 2 \times (-1) = +1$
$X = +3$
عدد التأكسد = +3
العدد التناسقي = 6
كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III) . المائي

$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O]$
$Cr^{(X)} + 5 \times (0) + 1 \times (-1) = +2$
$X = +3$
عدد التأكسد = +3
العدد التناسقي = 6
كلوريد خماسي اكوا كلورو الكروم (III) المائي

$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$

$Cr^{(X)} + 6 \times (0) = +3$

$X = +3$

عدد التأكسد = 3+

العدد التناسقي = 6

كلوريد سداسي اكوا الكروم (III)

س 9 // اختر الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

1- ان العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في الايون المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$ هو :

أ- 3 ب-1 ج-6 د-2

2- ان العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للبلاتين في الايون المعقد $[Pt(C_2H_4)Cl_2]^-$ هو :

أ- 1 ب- 2 ج-3 د-4

3- ان الصيغة التركيبية للمركب (ثنائي كلورو بس (يوريا) نحاس (II) هي :

أ- $[Cu\{(NH_2)_2CO\}_2]Cl_2$

ب- [Cu{(NH2)2CO}Cl]Cl]

ح- $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$

د- جميع الاجابات السابقة خطأ .

4- ان اسم المركب $[Pt(NH_3)_3Br(NO_2)Cl]Cl$ على وفق نظام الـ IUPAC هو :

أ- كلوريد ثلاثي امونيا كلورو برومو نايترو بلاتين (IV) .

ب- كلوريد ثلاثي امونيا كلورو برومو نايترو كلورو بلاتين (IV) .

ج- كلوريد ثلاثي امونيا برومو كلورو نايترو بلاتين (IV) .

د- كلوريد ثلاثي امونيا نايترو كلورو برومو بلاتين (IV) .

الحل //

1) أ/ $X + 0 + (-1 \times 2) = + \Longrightarrow X = +3$

2) ب / $X + (0) + (-1 \times 2) = - \Longrightarrow X = +2$

3) ج / $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$

4) ج / كلوريد ثلاثي امين برومو كلورو نايترو بلاتين (Iv) .

س 10 // اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) اجب عن الاسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية :

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$, $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[CoCl_4]^{2-}$, $[Pd(CN)_4]^{-2}$, $[Ni(dmg)_2]$, $[Co(CN)_4]^{-2}$, $[PtCl_4]^{-2}$

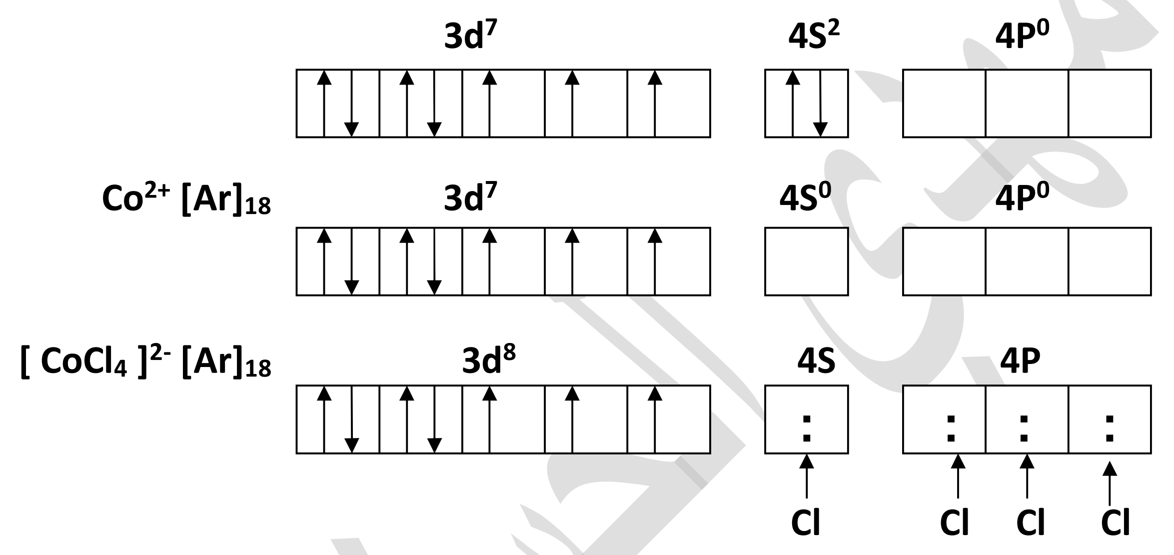
أ) ما نوع التهجين للذرة المركزية ؟

ب) ما الشكل الهندسي للمعقد ؟ ج) ما الصفة المغناطيسية للمعقد ؟ ولماذا ؟

الحل //

$[CoCl_4]^{2-}$

$_{27}Co\ [Ar]_{18}$

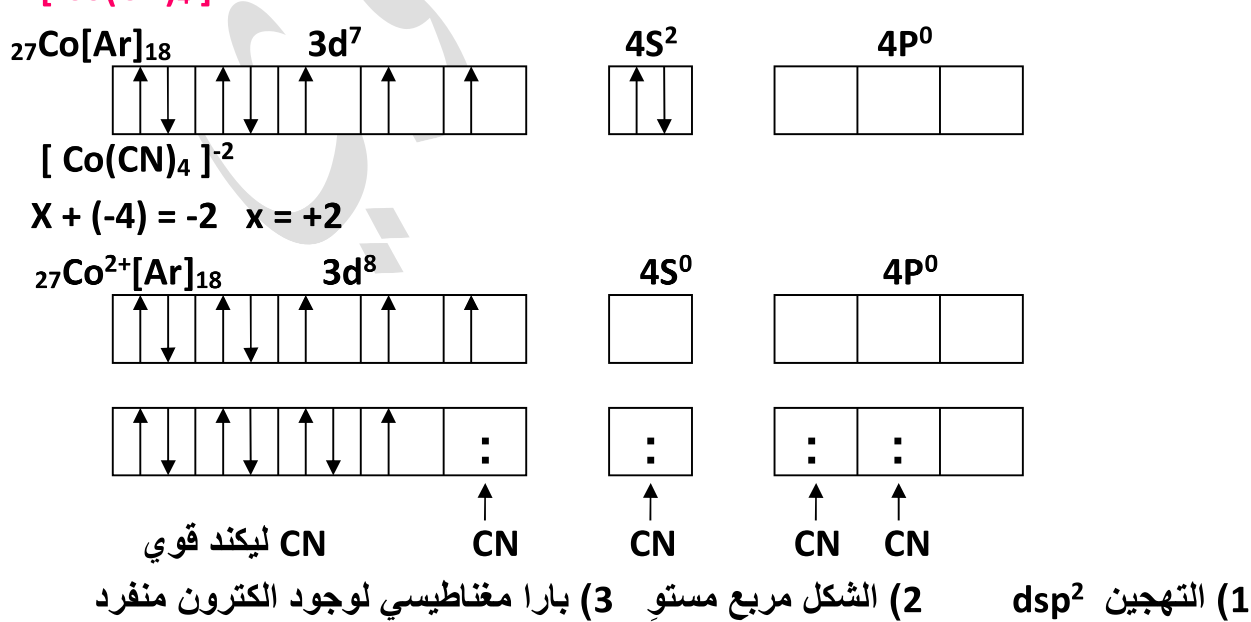


التهجين sp^3

الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم

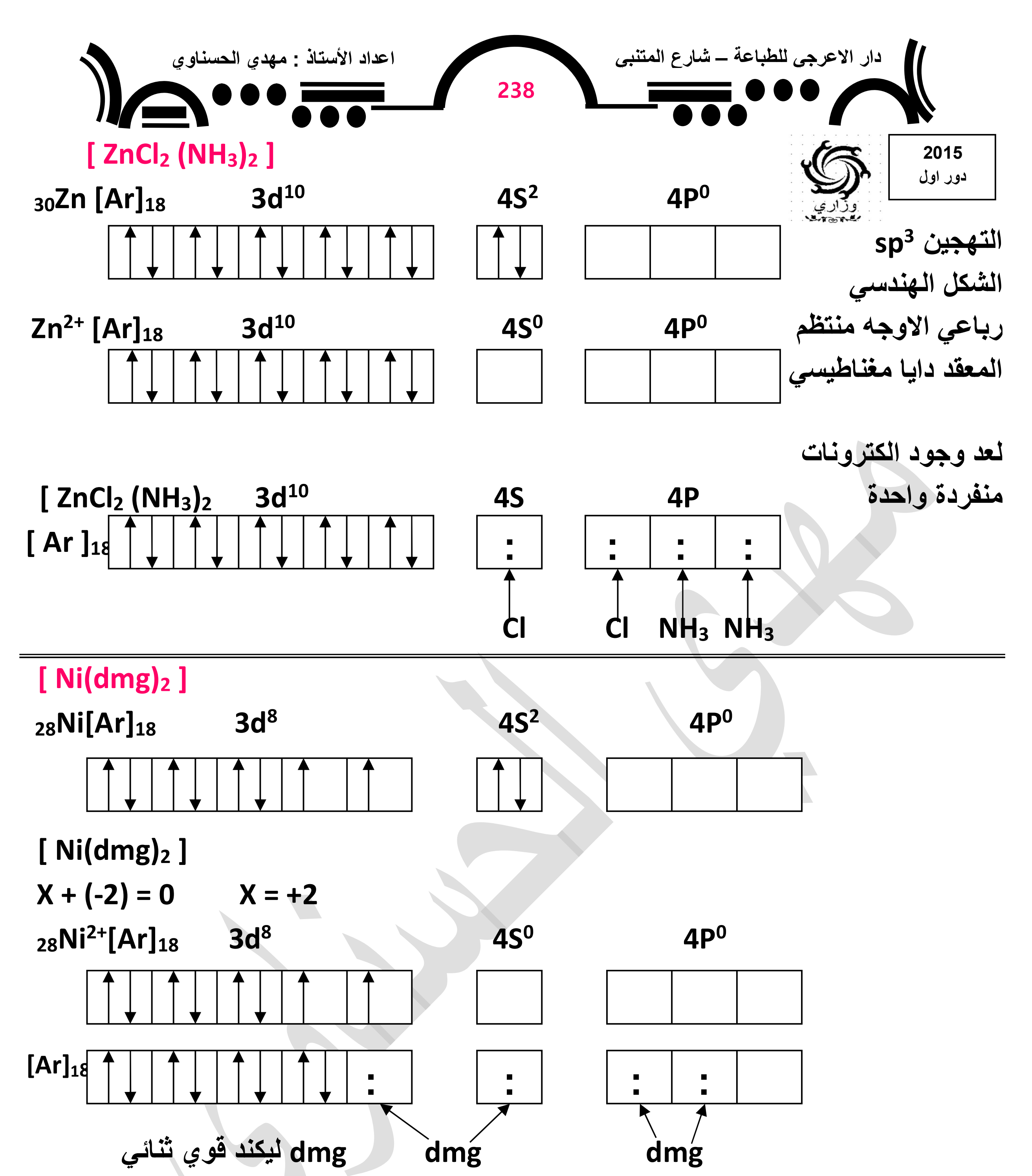
المعقد بارا مغناطيسي لوجود ثلاث الكترونات منفردة





1) التهجين dsp^2 2) الشكل مربع مستوِ 3) بارا مغناطيسي لوجود الكترون منفرد

2015
دور اول



التهجين sp^3

الشكل الهندسي

رباعي الاوجه منتظم

المعقد دايا مغناطيسي

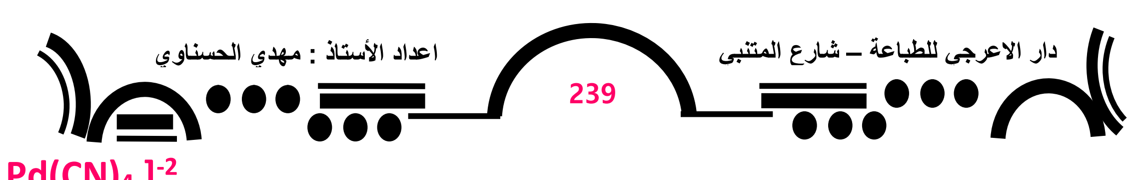
لعد وجود الكترونات

منفردة واحدة

1) التهجين dsp^2

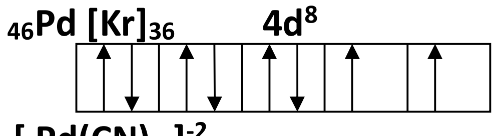
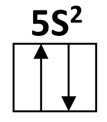
2) الشكل مربع مستوِ

3) دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة



$[Pd(CN)_4]^{-2}$

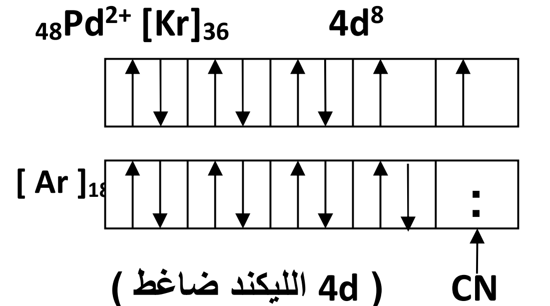
$_{46}Pd\ [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^2$ $5P^0$

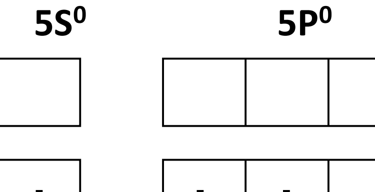
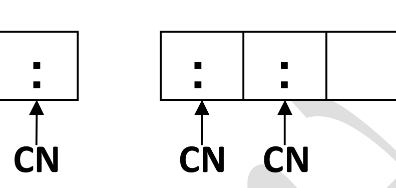



$[Pd(CN)_4]^{-2}$

$X + (-4) = -2$ $X = +2$

$_{48}Pd^{2+}\ [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$



[Ar]18

(اللیكند ضاغط 4d) CN CN CN CN

1) التهجين dsp^2

2) الشكل مربع مستوِ

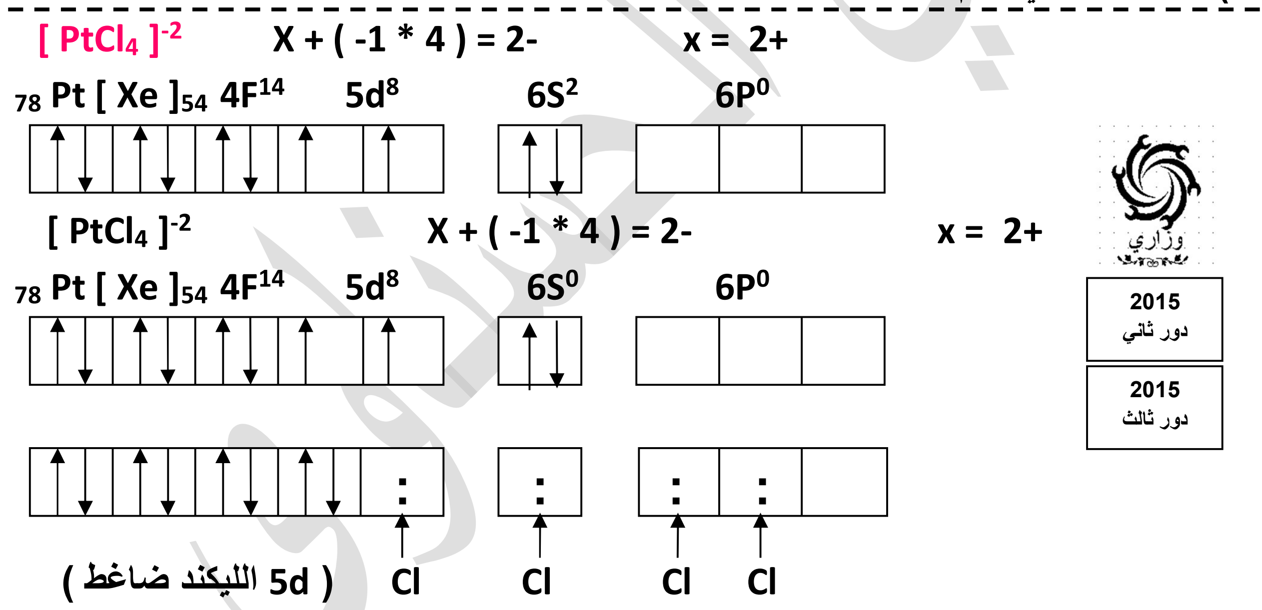
3) دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة

$[PtCl_4]^{-2}$ $X + (-1 * 4) = 2-$ $x = 2+$

$_{78}Pt\ [Xe]_{54}\ 4F^{14}$ $5d^8$ $6S^2$ $6P^0$

$[PtCl_4]^{-2}$ $X + (-1 * 4) = 2-$ $x = 2+$

$_{78}Pt\ [Xe]_{54}\ 4F^{14}$ $5d^8$ $6S^0$ $6P^0$



وزاري

2015
دور ثاني

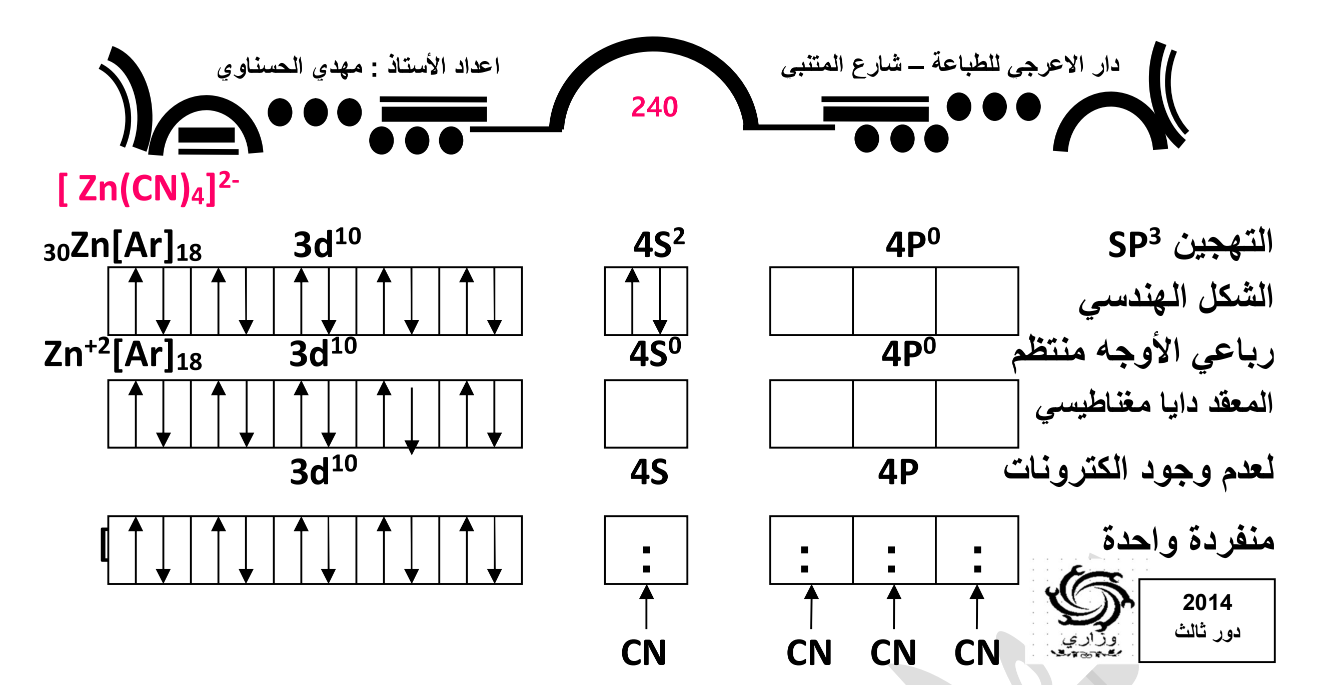
2015
دور ثالث

(اللیكند ضاغط 5d) Cl Cl Cl Cl

1) التهجين dsp^2

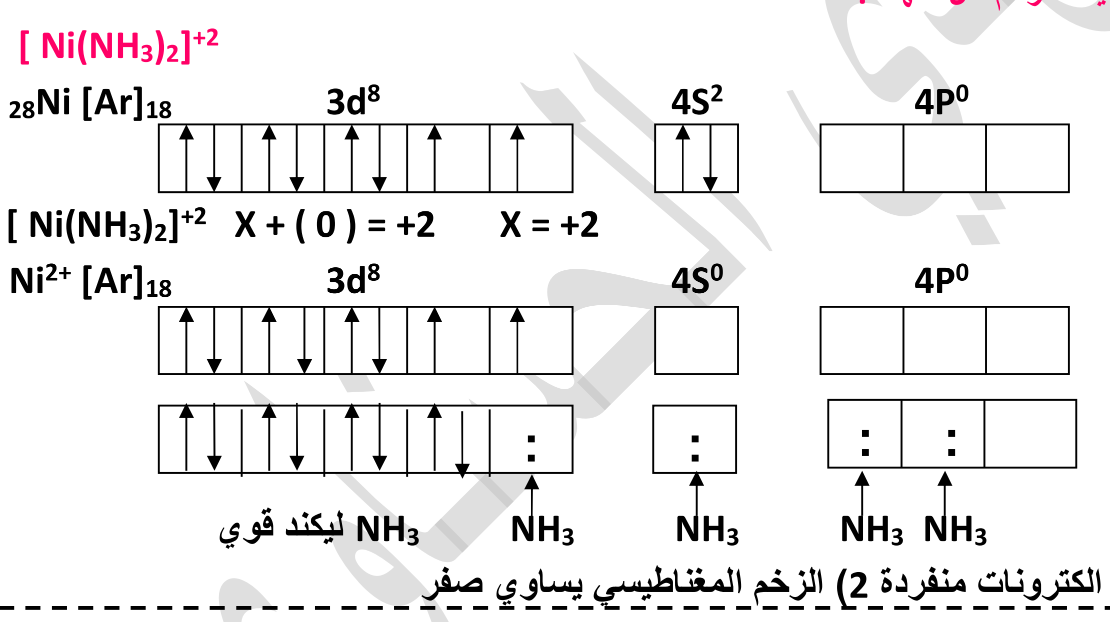
2) الشكل مربع مستوِ

3) دايا مغناطيسي لعدم وجود الكترونات منفردة

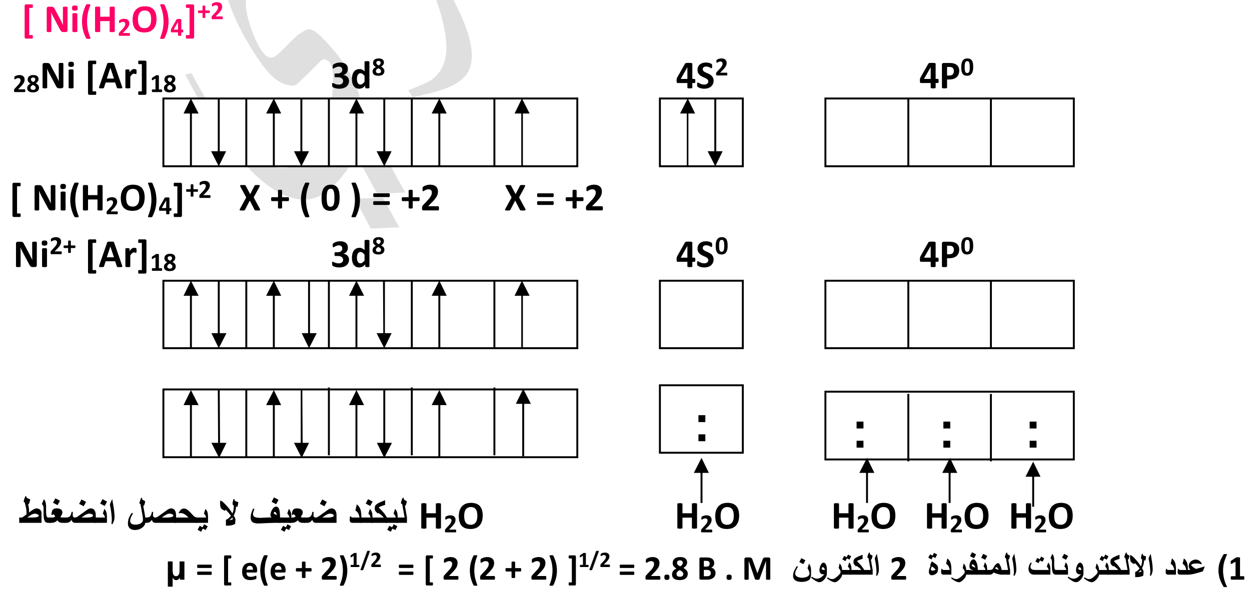


التهجين SP^3
الشكل الهندسي
رباعي الأوجه منتظم
المعقد دايا مغناطيسي
لعدم وجود الكترونات
منفردة واحدة

س 11 / اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ماهو عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية التالية و ماقيمة الزخم لكل منهما .



1) لاتوجد الكترونات منفردة 2) الزخم المغناطيسي يساوي صفر



1) عدد الالكترونات المنفردة 2 الكترون $\mu = [e(e + 2)]^{1/2} = [2 (2 + 2)]^{1/2} = 2.8$ B . M

س 12 / اذا كان الزخم المغناطيسي (μ) للمركب $[MnL_4]^{-2}$ يساوي 5.9 BM وان Mn تكافؤه II و L ليكند احادي المخلب ما شحنة الليكند و مانوع التهجين و الشكل المتوقع لهذا الايون المعقد اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ .

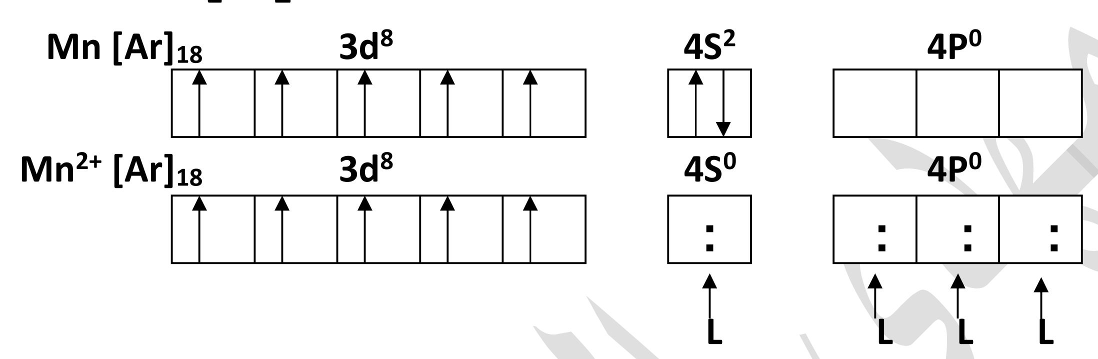
الحل //

$[MnL_4]^{-2}$

$+2 + (4L) = -2$

$4L = -4$

$L = -1$



بما ان $\mu = 5.9$ B.M

يعني ان هناك خمسة الكترونات منفردة

اذن L ليكند ضعيف

1) نوع التهجين SP^3

2) الشكل رباعي الأوجه منتظم

$\mu = [e(e+2)]^{1/2}$

$5.9 = [e^2 + 2e]^{1/2}$ بالتربيع

$35 = e^2 + 2e$

$0 = e^2 + 2e - 35$

$0 = (e+7)(e-5)$

اما $e + 7 = 0$

$e = -7$ تهمل

او $e - 5 = 0$

$e = 5$

بما انه توجد خمسة الكترونات مفردة

اذن L ليكند ضعيف

س 13/ لنفرض ان للنيكل II في المعقد الايوني $[NiL_4]^{-2}$ الليكند L حيث يمثل ليكند احادي المخلب جد :

1) شحنة الليكند L

2) التهجين للذرة المركزية

3) الزخم الزاوي

الحل //

$[NiL_4]^{-2}$

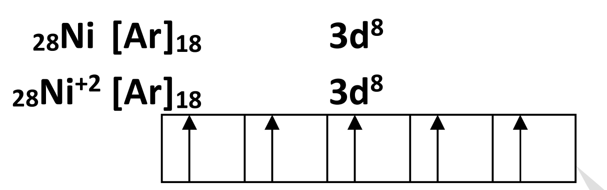
$+2 + (4L) = -2$

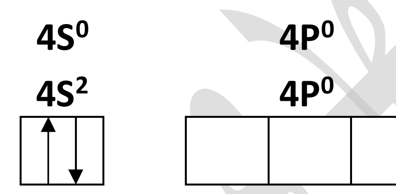
$4L = -4$

$L = -1$

$_{28}Ni$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

$_{28}Ni^{+2}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$

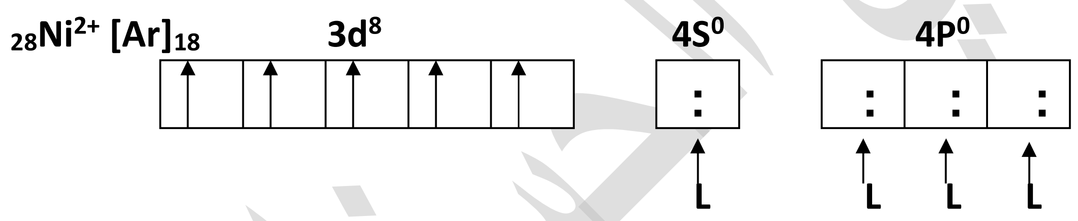




بما انه لم يعطي معلومة توضح لك ان L ليكند قوي ام ضعيف لذلك سوف نحل احتمالين

الاحتمال الأول الليكند ضعيف

$_{28}Ni^{2+}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^0$ $4P^0$

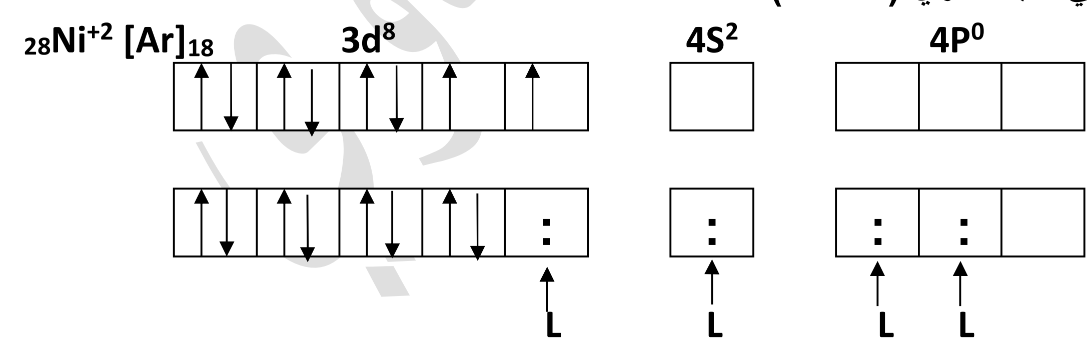


التهجين SP^3 الشكل رباعي الأوجه منتظم

$\mu = [e(e+2)]^{1/2} = [2(2+2)]^{1/2} = 2.8$ B . M

الاحتمال الثاني الليكند قوي (ضاغط)

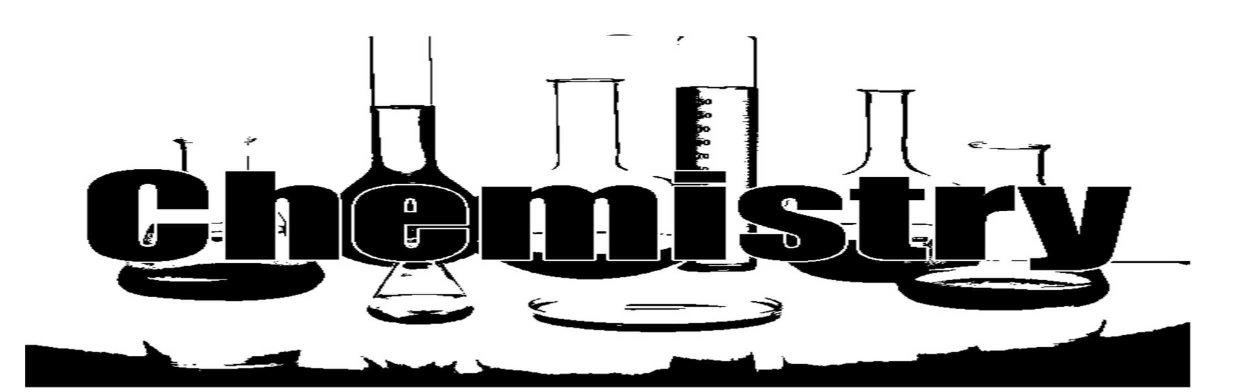
$_{28}Ni^{+2}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4S^2$ $4P^0$



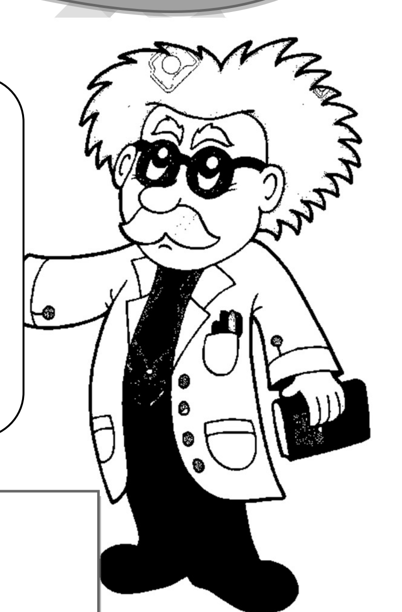
1) الزخم يساوي صفر

2) التهجين dSP^2

3) الشكل مربع مستوٍ



للصف السادس علمي
الفرع الاحيائي



اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

07807502408

الفصل السادس
الكيمياء التحليلية

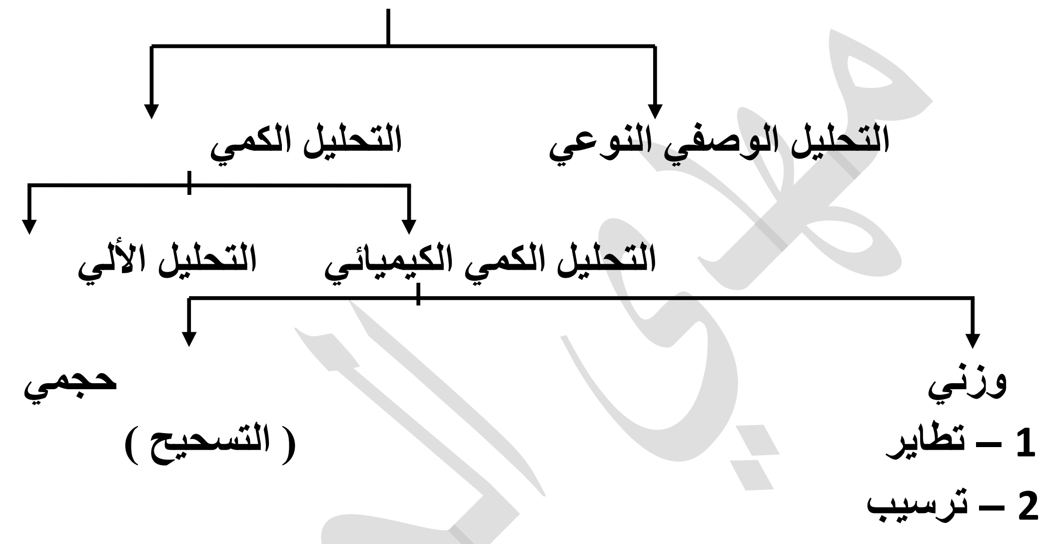


الفصل السادس

طرائق التحليل الكيميائي

الكيمياء التحليلية : فرع من فروع علم الكيمياء يهتم بفحص و تشخيص المواد و فصل مكوناتها

طرائق التحليل الكيميائي



3- طرائق الترسيب الكهربائي

4- طرائق فيزيائية أخرى

أولاً :- التحليل الوصفي النوعي //

هو معرفة مكون واحد أو أكثر من مكونات المادة أو مزيج من المواد أو المحاليل و معرفة الأسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات مع بعضها .

و يمكن أجراء عملية التحليل الوصفي لمجموعة من الأيونات الموجبة من خلال :

1) **فصل الأيونات الموجبة عن بعضها .**
2) **الكشف عن وجود كل أيون على حدة .**

س // كيف يتم تشخيص المادة المراد تحليلها ؟

ج // تتم عملية التشخيص للمادة من خلال تحويلها بمساعدة مادة أخرى معروفة التركيب تدعى الكاشف بواسطة تفاعل كيميائي الى مركب جديد ذو خواص مميزة و معروفة .

س // علام يعتمد اختيار طريقة التحليل المناسبة ؟

1) **السرعة في انجاز عملية التحليل**
2) **ملائمة الطريقة و دقتها**
3) **توفر المستلزمات و الأدوات اللازمة للتحليل**
4) **توفر النماذج اللازمة للتحليل**
5) **تركيز المكون المراد تقديره في النموذج**
6) **كلفة عملية التحليل**

فصل الايونات الموجبة

تم تقسيم الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً الى خمسة مجاميع كل مجموعة تفصل بعامل مرسب خاص بها .

جدول رقم (6 – 1)

المجموعة		العامل المرسب للمجموعة	أيونات المجموعة	صيغة الراسب
I		حامض HCl المخفف	Hg_2^{2+} , Pb^{2+} , Ag^{+}	AgCl , Hg_2Cl_2 , $PbCl_2$
II		كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف	Hg^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} Pb^{2+} , Sn^{2+} Bi^{3+} , As^{3+} , Sb^{3+}	HgS , CuS , CdS PbS , SnS , Bi_2S_3 , As_2S_3 , Sb_2S_3
III	A	هيدروكسيد الأمونيوم مع كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl , NH_4OH)	Al^{3+} Cr^{3+} Fe^{3+}	Al (OH)$_3$ Cr (OH)$_3$ Fe (OH)$_3$
	B	كبريتيد الهيدروجين بوجود (NH_4Cl , NH_4 OH)	Ni^{2+} , Zn^{2+} Co^{2+} , Mn^{2+}	NiS , ZnS CoS , MnS
IV		(NH_4)$_2$ CO_3 بوجود (NH_4Cl , NH_4OH)	Ca^{2+} Ba^{2+} Sr^{2+}	$CaCO_3$ $BaCO_3$ $SrCO_3$
V		تبقى في المحلول النهائي دون ترسيب	Mg^{2+} , Na^{+} NH_4^{+} , K^{+}	

س / كيف يتم الفصل بين الأيونات الموجبة للمجاميع الخمسة ؟

الحل //

1) نضيف حامض الهيدروكلوريك المخفف لترسيب ايونات المجموعة الاولى (Ag^{+1} , Hg_2^{+2} , Pb^{+2}) على شكل كلوريدات وتفصل بالترشيح

2) ثم نمرر غاز H_2S بوجود HCl المخفف على الراشح لترسيب وفصل ايونات المجموعة الثانية على شكل كبريتيدات (SnS , AS_2S_3 , Sb_2S_3 , CdS , PbS , HgS , CuS , Bi_2S_3) وتفصل بالترشيح

3) نضيف محلول NH_4OH بوجود NH_4Cl الى الراشح لفصل ايونات المجموعة الثالثة A (Fe^{+3} , Cr^{+3} , Al^{+3}) على شكل هيدروكسيدات (Fe (OH)$_3$, Cr (OH)$_3$, Al (OH)$_3$) تفصل بالترشيح ايضاً .

4) نضيف الى الراشح المتبقي H_2S بوجود (NH_4OH) و (NH_4Cl) لفصل ايونات المجموعة الثالثة B (Mn^{+2} , Co^{+2} , Zn^{+2} , Ni^{+2}) على شكل كبريتيدات (MnS , CoS , ZnS , NiS)

5) اضافة (NH_4)$_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl الى الراشح لفصل ايونات المجموعة الرابعة (Sr^{+2} , Ba^{+2} , Ca^{+2}) على شكل كاربونات ($SrCO_3$, $BaCO_3$, $CaCO_3$)

6) الراشح المتبقي بعد عمليات الفصل والترسيب السابقة هو راشح يحوي على ايونات المجموعة الخامسة التي تشمل (NH_4^{+1} , K^{+1} , Na^{+1} , Mg^{+2})
ثم يتم التعامل مع الايونات المفصولة والمترسبة والكشف عنها بعوامل وكواشف خاصة .

تجربة عملية الفصل وتحليل ايونات_المجموعة الاولى

مر سابقاً في جدول (6 – 1) انه يتم فصل ايونات المجموعة الاولى بأضافة HCl وتفصل على شكل كلوريدات ($pbCl_2$, Hg_2Cl_2 , AgCl) وبعد الحصول على هذه الكلوريدات تفصل كالآتي :-

1) نضيف الماء المغلي لفصل راسب $PbCl_2$ حيث يذوب في الماء المغلي ولاتذوب رواسب AgCl او Hg_2Cl_2 ويفصل بالترشيح وللكشف عن وجود الرصاص في الراشح نضيف كاشف كرومات البوتاسيوم للحصول على كرومات الرصاص (راسب اصفر) في حالة وجود الرصاص

$$PbCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow PbCrO_4 \downarrow + 2KCl$$

راسب اصفر

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~*~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

2) اما الراسب المتبقي بعد الترشيح فنضيف له محلول الامونيا المخفف حيث كلوريد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2Cl$ يفصل بالترشيح ويكشف عن الفضة فيه بأضافة محلول HNO_3 المخفف حيث يعطي راسب ابيض او بأضافة يوديد البوتاسيوم ليعطي راسب اصفر كما في المعادلات

$$AgCl + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$$

$$Ag(NH_3)_2Cl + 2HNO_3 \longrightarrow AgCl \downarrow + 2NH_4NO_3$$

راسب ابيض

$$Ag(NH_3)_2Cl + KI \longrightarrow AgI \downarrow + KCl + 2NH_3$$

راسب اصفر

****

3) اما الراسب المتبقي من كلوريد الزئبق I فيتفاعل مع الامونيا المضافة مكوناً راسب اسود دلالة على وجود زئبق .

$$Hg_2Cl_2 + 2NH_3 \longrightarrow Hg(NH_2)Cl \downarrow + Hg \downarrow + NH_4Cl$$

راسب ابيض   راسب اسود

ويضاف الماء الملكي ($3HCl + HNO_3$) لتحويل الزئبق الى $HgCl_2$ كلوريد الزئبق II الذائب والذي يكشف عن وجود الزئبق فيه بأضافة كلوريد القصدير حيث تحصل على راسب ابيض يتحول فيما بعد الى راسب اسود كما في المعادلات الاتية :-

$$2HgCl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2 \downarrow$$

راسب ابيض

$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_2 + 2Hg \downarrow$$

راسب اسود
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

مثال (6 – 1) كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد III ؟

الحل :- ايون Ag^{+1} ⟵ من المجموعة الاولى

ايون Cd^{+2} ⟵ من المجموعة الثانية

ايون Fe^{+3} ⟵ من المجموعة الثالثة

2013	2013	2015
دور أول	دور ثالث	دور ثالث



1) يفصل Ag^{+1} بأضافة HCl المخفف ليترسب Ag^{+1} على شكل كلوريد الفضة بينما لاتترسب Cd^{+2} , Fe^{+3} حيث يفصل كلوريد الفضة بالترشيح

2) يفصل Cd^{+2} بأمرار غاز H^2S على المحلول المحمض فيترسب ايون Cd^{+2} على شكل كبريتيد الكادميوم الذي يفصل بالترشيح

3) ما تبقى من راشح يحوي على ايون Fe^{+3} الذي يرسب بأضافة هيدروكسيد الامونيوم بوجود NH^4Cl حيث يترسب على شكل هيدروكسيد الحديد III ويجمع .

تمرين (6 – 1) / اكمل المعدلات

1) $Hg^{+2} + 2HCl \xrightarrow{\text{مخفف}} Hg_2Cl_2 + 2H^+$

2) $2Bi^{+3} + 3H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} Bi_2S_3 + 6H^+$

3) $Al^{+3} + 3NH_4OH \xrightarrow[NH_4OH]{NH_4Cl} Al\,(OH)_3 + 3NH_4^+$

4) $Mn^{+2} + H^2S \xrightarrow{NH_4Cl} MnS + 2H^+$

<u>التحليل الكمي //</u> احد طرق التحليل تهتم بتقدير كمية مكون من مكونات للعينة او النموذج وحساب تركيزها .

<u>الخطوات التي تسبق عملية التحليل الكمي :-</u>

1) **النمذجة :-** طريقة حصول على النموذج او العينة .

2) **اعداد النموذج :-** اعداد النموذج مختبرياً لغرض التحليل مثل طحن او مزج او سحق النموذج اذا كان صلباً وتجفيفه اذا كان رطباً .

3) **قياس النموذج :-** يجب معرفة كتلة وحجم النموذج لتسهيل حساب كمية المكون .

4) **اذابة النموذج :-** لتحضير النموذج يجب اذابته وتحويله الى محلول ذائب بواسطة مذيب يذيب جميع اجزاء المذيب .

5) **فصل المواد المتداخلة :-** تفصل المواد المتداخلة بواسطة تفاعلات كيميائية معينة .

طرائق التحليل الكمي :-

1) التحليل الكيميائي الكمي :-

ويتضمن طرق كلاسيكية تشمل (1) طرائق التحليل الوزني

(2) طرائق التحليل الحجمي

2) التحليل الالي

التحليل الوزني :- يتضمن عزل وقياس كتلة المادة بشكل نقي وكمي وتتم عملية العزل من كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها .

طرائق التحليل الوزني

1) طرائق التطاير (2) طرائق الترسيب

3) طرائق الترسيب الكهربائي (4) طرائق فيزيائية

اولاً) طرائق التطاير :- تعتمد طريقة التطاير على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة عن طريق تحويله للحالة الغازية او البخارية .

يمكن تحويل المكون المتطاير الى الحالة الغازية بطريقتين :-

1) عملية حرق بسيطة للعينة تجري في الهواء .

2) معاملة العينة مع كواشف كيميائية تحول جميع اجزاء العينة الى الحالة المتطايرة وتترك المكون المراد تحليله بحالة غير متطايرة لحساب كميته في ما بعد .

طريقة التطاير الغير مباشرة :- هو حساب كتلة الجزء المتطاير من العينة من النقص الحاصل في كتلتها قبل وبعد عملية التطاير .

طريقة التطاير المباشرة :- هو حساب كتلة الجزء المتطاير من العينة عن طريق امتصاص المادة المتطاير في وسط مناسب وايجاد كتلتها .

{ مثال عن عملية التطاير }

((تعيين النسبة المئوية لماء التبلور في ملح كلوريد الباريوم المائي ($BaCl_2 \ . \ 2H_2O$)

الحل :-

يمكن حساب ماء تبلور ملح كلوريد الباريوم المائي

1) بطريقة التطاير المباشرة // وذلك بتسخين كتلة معلومة من العينة في فرن كهربائي معزول .

$$BaCl_2 \, . \, 2H_2O \xrightarrow{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O\uparrow$$

الجزء المتطاير

حيث يتم امتصاص بخار الماء المتطاير في وسط مناسب ثم ايجاد كتلته بعد ذلك .

2) بطريقة التطاير الغير مباشرة // حيث تسخن العينة في جو مفتوح يسمح لبخار الماء بأن يتطاير في الهواء ومن ثم يتم وزن الجزء غير المتطاير ($BaCl_2$) وايجاد كتلة الماء من الفرق الحاصل في كتلة العينة قبل وبعد عملية التطاير .

س // كيف يمكن تحليل محتوى CO_2 في عينة من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ وزنياً ؟

الحل //

يمكن تحليل هذه العينة عن طريق مفاعلتها مع حامض الهيدروكلوريك

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

الجزء المتطاير

وبعد ذلك يتم امتصاص غاز CO_2 المتطاير بوسط مناسب مثل اسبستوس بعد امرار الغاز المتحرر على مادة مجففة لأزالة الرطوبة ثم ايجاد كتلة CO_2 من الزيادة الحاصلة في كتلة الوسط الماص .

مثال (6 – 2) تم تحليل عينة كتلتها (1.45 / g) من ملح كلوريد الباريوم النقي ($BaCl_2 . 2H_2O$) لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها وذلك بأتباع طريقة التطاير غير المباشرة . ثم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة 125 C° وبعد التبريد في محيط جاف وجد ان كتلة الجزء غير المتطاير كانت تساوي (1.236 g) احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة ؟

الحل //

$$BaCl_2 . 2H_2O \xrightarrow{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O$$

كتلة ماء التبلور = كتلة العينة قبل التسخين – كتلة العينة بعد التسخين

$m_{H2O} = m_{BaCl2\ .\ H2O} - m_{BaCl2}$

$m_{H2O} = 1.451 - 1.236 = 0.125$ g

$\%H_2O = \frac{m_{H2O}}{B_{BaCl2\ .2H2O}} \times 100\ \%$

$\% = \frac{0.215}{1.451} \times 100\%$

% لماء التبلور = 14.81 %

تمرين (6 – 2) تم تحليل سبيكة النيكروم (سبيكة من عنصري النيكل والكروم وقليل من الكاربون) وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق (1.4 g) منها بوجود الاوكسجين وقد وجد ان كتلة غاز CO_2 المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت (2.2 mg) احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في السبيكة ؟

الحل //

$$C \xrightarrow{\text{حرق}} CO_2$$

$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

$= 2.2 * \frac{12}{44}$

$= 0.6$ mg $= 0.0006$ g

$\%\ C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة}}} \times 100\%$

$\%\ C = \frac{0.0006}{1.4} \times 100\ \% = 0.043\ \%$





2013
تمهيدي

مثال (6 – 3)

تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة , فبعد حرق (15.24 mg) من مركب عضوي بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب وجد ان كتلة CO_2 تساوي (22.36 mg) , احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب ؟

طرائق الترسيب

تتضمن هذه الطريقة فصل المكون المراد تقديره على شكل راسب معين ثم حساب كتلته بأستخدام الميزان الحساس .

خطوات حساب كمية العينة عن طريق الترسيب :-

1- اذابة العينة المراد قياسها بمذيب مناسب .
2- ترسيب المكون المراد تقديره في العينة بأضافة كاشف كيميائي مناسب يدعى (العامل المرسب).
3- فصل الراسب وعزله عن المحلول بالترشيح .
4- غسل الراسب الموجود على ورقة الترشيح بمحلول غسل ملائم لايتفاعل مع الراسب ولايذيبه .
5- تجفيف الراسب اي تحويل الراسب من صيغة ترسيبية الى صيغة وزنية جاهزة للوزن .
6- وزن الراسب على شكل صيغة وزنية لأيجاد كتلته بشكل دقيق .

كيفية تحويل الصيغة الترسيبية الى وزنية

1- تجفيف الراسب عند درجات حرارة تصل الى $100\ C^{\circ}$ للتخلص من الرطوبة في الراسب مثل :-

$$CaC_2O_4 . H_2O \xrightarrow[130\ C^{\circ}]{\text{تجفيف}} CaC_2O_4 + H_2O$$

صيغة ترسيبية ← صيغة وزنية

$$Al_2O_3 . XH_2O \xrightarrow[130\ C^{\circ}]{\text{تجفيف}} Al_2O_3 + XH_2O$$

صيغة ترسيبية ← صيغة وزنية

2- حرق الراسب والتخلص من الماء الموجود فيه وتفككه . مثل:

$$CaC_2O_4 . H_2O \xrightarrow[130^{\circ} - 225\ C^{\circ}]{\text{تجفيف}} CaC_2O_4 + H_2O$$

صيغة ترسيبية

حرق 400 – 490 C

$$CaO + CO_2\uparrow \xleftarrow[840\ C^{\circ}]{\text{حرق}} CaCO_3 + CO$$

صيغة وزنية

ما هي الشروط الواجب توفرها في محاليل الغسيل المستخدمة في غسل الراسب ؟

الحل //

1) ان لاتؤثر على ذوبانية الراسب بل تساعد على ذوبان الملوثات فقط.
2) ان لاتكون مركبات متطايرة مع الراسب .
3) ان يكون محلول سهل التطاير للتخلص منه .

ماهي العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني بطريقة الترسيب ؟



1) ان يكون الراسب المتكون ذوقابلية ذوبان قليلة اي راسب غير ذائب .
2) ان يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة تمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل وزني ومن ثم غسله والتخلص من الملوثات واهم مايساعد على ذلك هو كبر حجم الدقائق للراسب .
3) ان تكون هناك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقية (غير ملوثة) وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة وذلك بالتجفيف او الحرق .

العوامل المؤثرة على حجم دقائق الراسب



ان الغاية من اجراء عملية الترسيب هو الحصول على راسب متبلور ذو دقائق كبيرة نسبياً لأنه كلما كان حجم الدقائق اكبر كلما سهلت عملية الفصل وقلت نسبة التلوث في الراسب .

1) طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي :- ان بعض المواد الشحيحة الذوبان تميل الى تكوين راسب بلوري بينما لاتميل مواد اخرى لذلك تحل نفس الظروف .
2) ذوبانية الراسب :- الرواسب ذات الذوبانية العالية تميل الى تكوين رواسب بلورية .
3) درجة الحرارة :- ان اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور لانه يؤدي الى ذوبانية معظم الراسب اثناء الترسيب وبالتالي بطئ عملية الترسيب واتاحة الوقت لبناء بلورات .
4) تركيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب :- يفضل اجراء عملية الترسيب من محاليل مخففة مع اضافة محلول العامل المرسب ببطء وتحريك مستمر لمحلول الترسيب لان هذه الظروف تتيح الوقت الكافي لبناء بلورات والحصول على راسب متبلور .

التركيب الكيميائي للراسب وحسابات التحليل الكمي الوزني

في عمليات التحليل الوزني في المرحلة النهائية بعد التجفيف او الحرق نبدأ بعملية وزن الراسب من اجل حساب كتلته النهائية ويجب ان تعرف ان كتلة الراسب لاتمثل كتلة المادة المراد تقديرها في العينة وانما مادة تحوي في تركيبها على المكون المراد تقديره ثم تحسب كتلة المكون في الراسب بعمليات حسابية

مثلاً // لتقدير كتلة الباريوم في عينة معينة يرسب الباريوم على شكل كبريتات الباريوم وبعد اترسيب والفصل والغسل والتجفيف يوزن الراسب على هيئة $BaSO_4$ لأيجاد كتلة Ba فيه .

$$Ba^{2+} + SO_4^{-2} \xrightleftharpoons{\text{فصل}} BaSO_4 \longrightarrow BaSO_4$$

في العينة   عامل مرسب   صيغة ترسيبية   وتجفيف   صيغة وزنية

تقدير الكالسيوم في عينة على هيئة أوكسيد الكالسيوم

$$Ca^{+2} + C_2O_4^{-2} \longleftrightarrow CaC_2O_4 \longrightarrow CaO + CO\uparrow + CO_2\uparrow$$

في العينة   عامل مرسب   صيغة ترسيبية   وتجفيف   صيغة وزنية

س // ما هو المعامل الوزني G_f وما فائدته ؟

الحل // هو النسبة بين الكتلة المولية المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) ويعبر عنه بالرمز G_f وليس له وحدات .

ويستخدم لحساب كتلة المكون المراد تقديره بدلالة كتلة الراسب .

قوانين حسابات الترسيب :-

1) المعامل الوزني G_f

$$G_f = \frac{q}{b} \times \frac{M\ \text{للمكون المراد تقديره}}{M\ (\text{صيغة وزنية})}$$

حيث (a , b) هي اصغر الاعداد التي تجعل الصيغتين في البسط والمقام لها نفس العدد من ذرات المكون المراد تقديره

2) m (صيغة وزنية) $= G_f \times m$ (المكون المراد تقديره)

3) % (للمكون المراد تقديره) $= \frac{m\ \text{المكون}}{m\ \text{العينة}} \times 100\ \%$

4) يمكن كتابة القانون بصيغة اكثر اختصاراً

$$\%\ \text{للمكون} = \frac{G_f \times m\ \text{صيغة وزنية}}{m\ \text{العينة}} \times 100\ \%$$

تمرين (6 – 4)

احسب المعامل الوزني للحديد (M = 56 g/mol) في Fe_2O_3 (M = 160 g/mol)

الحل //

$$G_f = \frac{q}{b} \times \frac{M\ (Fe)}{M\ (F\ _2O_3)}$$

$$G_f = \frac{2}{1} \times \frac{56}{160} = 0.7$$

مثال (6 – 4)



احسب المعامل الوزني للكلور (M = 35.5 g/mol) في راسب كلوريد الفضة $AgCl$ (M = 143.5 g/mol) ج / (0.25)

تمرين 6 – 5 // تمت معاملة 120 mg من مركب عضوي مع حامض النتريك ثم أضيف الى محلول النموذج الناتج كمية من نترات الفضة لترسيب محتوى المركب من الكلور كميا على هيئة كلوريد الفضة . احسب النسبة المئوية للكلور Cl (M = 35.2 g / mole) في المركب اذا علمت ان كتلة كلوريد الفضة المترسبة بلغت 153 mg

الحل //

$$G_{f_{cl}} = \frac{a}{b} * \frac{M_{Cl}}{M_{AgCl}} = \frac{1}{1} * \frac{35.2}{143.5} = 0.25$$

$$\%_{cl} = \frac{G_f \times m_{AgCl}}{m\ \text{عينة}} * 100\%$$

$$= \frac{0.025 \times 153}{120} * 100\ \% = 31.5\ \%$$

مثال (6 – 5)

تم ترسيب 3.164 g من اوكزالات الكالسيوم ثم تم احتراقها بشكل تام ما كتلة اوكسيد الكالسيوم الناتجة عن عملية احتراقها ؟

واجب

تمرين 6 – 6 //

تم ترسيب محتوى الالمنيوم الموجود في عينة كتلتها (0.764 g) بعد اذابتها على هيئة $Al_2O_3.XH_2O$ بأستعمال زيادة من محلول الأمونيا المائي (NH_4OH) و بعد فصل الراسب المتكون و غسله ثم تجفيفه ليتحول الى (Al_2O_3) :-

1) عين صيغة الترسيب و الصيغة الوزنية .

2) هل يمكن استعمال صيغة الترسيب كصيغة وزنية .

3) احسب النسبة المئوية لـ Al_2O_3 (M = 102 g / mol) في العينة اذا علمت ان الكتلة النهائية للصيغة الوزنية (0.127 g)

4) احسب النسبة المئوية للألمنيوم (M = 27 g / mol) في العينة .

الحل //

1// صيغة الترسيب $Al_2O_3.XH_2O$, الصيغة الوزنية Al_2O_3 .

2// لا يمكن استعمال صيغة الترسيب كصيغة وزنية لأنها غير دقيقة بسبب احتوائها على عدد من جزيئات الماء غير المعلومة بشكل دقيق لذا كتلتها تكون غير دقيقة .

3//

$$\% Al_2O_3 = \frac{m\ Al_2O_3}{m\ \text{العينة}} \times 100\ \%$$

$$\% Al_2O_3 = \frac{0.127}{0.764} \times 100\ \% = 16.6\ \%$$

// 4

$$G_{f_{Al}} = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Al}{M\ Al_2O_3}$$

$$G_{f_{Al}} = \frac{2}{1} \times \frac{27}{102} = 0.52$$

$$m_{Al} = G_f \times m\ Al_2O_3$$

$$m_{Al} = 0.52 \times 0.127 = 0.066$$

$$\% Al = \frac{m\ Al}{m\ \text{العينة}} \times 100\% = \frac{0.066}{0.742} \times 100 = 8.8\ \%$$

تمرين (6 – 3)

اكمل الجدول الأتي :-

المكون المراد تقديره	الصيغة الوزنية	المعامل الوزني G_f
I	AgI	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ I}{M\ AgI} = \frac{1}{1} \times \frac{127}{235} = 0.54$
Ni	$Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Ni}{M\ Ni(C_4H_7N_2O_2)_2} = \frac{1}{1} \times \frac{58.7}{288.7} = 0.2$
Fe_3O_4	Fe_2O_3	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Fe_3O_4}{M\ Fe_2O_3} = \frac{231.5}{154.7} \times \frac{3}{2} = 0.26$
MgI_2	AgI	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ MgI_2}{M\ AgI} = \frac{278}{235} \times \frac{1}{2} = 0.59$
$NH_4Al(SO_4)_2$	Al_2O_3	$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M\ NH_4Al(SO_4)_2}{M\ AL_2O_3} = \frac{237}{102} \times \frac{2}{1} = 0.52$

طرق التعبير عن التركيز

قبل التعرف على كيفية حساب كمية المادة بطرق التسحيح (التحلل الحجمي) يجب التعرف على طرق التعبير عن تركيز المادة في المحلول .

1) التعبير المولاري (M)

المولارية :- هي عدد المولات المذابة في لتر واحد من المحلول

$$M = \frac{n}{V\ (L)}$$

حيث :-

M (المولارية وحداتها mol / L)

n عدد المولات

V الحجم باللتر

وتحسب عدد المولات من العلاقة

$$n = \frac{m}{M}$$

حيث m الكتلة بالغرام (g)

M الكتلة المولية (g / mol)

حيث **الكتلة المولية :-** هي مجموع الكتل الذرية لمكونات الصيغة الجزيئية .

علاقة مهمة

$$m = M . V . M$$

2) التعبير العياري النورمالي (N)

النورمالية :- عدد المكافئات الغرامية من المذاب في لتر واحد من المحلول .

حيث :- $N = \frac{eq}{V\,(L)}$

N النورمالية وحداتها eq / L

eq المكافئ الغرامي

V الحجم باللتر

ويمكن حساب قيمة المكافئ الغرامي من العلاقة

حيث :- $eq = \frac{m}{EM}$

eq المكافئ الغرامي

m الكتلة بـ (g)

EM الكتلة المكافئة g / eq

علاقة مهمة $m = N \cdot V \cdot EM$

الكتلة المكافئة

هي كمية المادة (كتلة المادة) التي تكافئ تماماً كمية ثابتة من مادة اخرى من 1.008 g من الهيدروجين او 17.008 g من جذر الهيدروكسيد او 8.000 g من الاوكسجين . في تفاعل معين . والكتلة المكافئة للمادة هي كمية غير ثابتة قد تتغير مع نوع التفاعل الذي تشترك فيه .

∴ $EM = \frac{M}{\eta}$

حيث (η) = (ايتا)

تمثل عدد مولات الجزء الفعال من المادة التي تشترك في التفاعل وتحدد (η) للمادة بعد تحديد نوع التفاعل الذي تشترك فيه المادة وسيتم شرح ذلك بالتفصيل :-

حساب الكتلة المكافئة (EM) وتحديد (η)

1) الكتلة المكافئة لتفاعلات التعادل

A // الكتلة المكافئة للحامض // تمثل كتلة الحامض التي تحتوي على مول واحد من ذرات الهيدروجين القابلة للتأين

$$\text{الكتلة المكافئة للحامض} = \frac{\text{الكتلة المولية للحامض}}{\text{عدد ذرات الهيدروجين المتأينة } H^{+}}$$

$$EM\ (\text{للحامض}) = \frac{M_{acid}}{\text{عدد ذرات المتأينة } H^{+}} = \frac{M}{\eta}$$

B // الكتلة المكافئة للقاعدة // تمثل كتلة القاعدة التي تحوي على مول واحد من مجاميع الهيدروكسيل القابلة للتأين

$$\text{الكتلة المكافئة للقاعدة} = \frac{\text{الكتلة المولية للقاعدة}}{\text{عدد مجاميع الهيدروكسيل المتأينة } OH^{-}}$$

$$EM\ (\text{للقاعدة}) = \frac{M\,(base)}{\text{عدد مجاميع } OH^{-}} = \frac{M}{\eta}$$

C // الكتلة المكافئة للاملاح //

الكتلة المولية للملح القاعدي = $\frac{\text{الكتلة المولية للملح}}{(n_b)\ \text{عدد ذرات}\ H^+\ \text{المتأينة للحامض والمكافئة للملح}}$

الكتلة المولية للملح الحامضي = $\frac{\text{الكتلة المولية للملح}}{(n_b)\ \text{عدد ذرات}\ OH^-\ \text{المتأينة للقاعدة والمكافئة للملح}}$

مثال // جد EM للمواد المشتركة في التفاعلات

1) $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2H_2O + 2Na^+ + SO_4^{-2}$

الحل //

التفاعل من نوع تفاعل تعادل حامض – قاعدة

$$EM_{(H_2SO_4)} = \frac{M}{n_b} = \frac{M}{\text{عدد ذرات}\ H^+\ \text{المتأينة}} = \frac{90}{2} = 45\ g/eq$$

لان H_2SO_4 حامض له $2H^+$ تفاعلت كلها مع القاعدة

$$EM_{(NaOH)} = \frac{M}{n_b} = \frac{M}{\text{عدد مجاميع}\ OH^-} = \frac{40}{1} = 40\ g/eq$$

لان NaOH قاعدة لها (OH^-) واحدة فقط قابلة للتأين .

2) $Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$

∴ يحتاج الملح الى $2H^+$ للاستبدال بذرات الفلز في الملح

$$EM_{(Na_2CO_3)} = \frac{M}{n_b} = \frac{M}{\text{عدد ذرات الفلز المستبدلة بـ}\ H^+} = \frac{106}{2} = 53\ g/eq$$

---

2) حساب الكتلة المكافئة لتفاعلات الترسيب

الكتلة المكافئة لتفاعل الترسيب :- **تمثل كتلة المادة التي تحوي او تتفاعل مع مول واحد من ايون موجب احادي الشحنة (الذي يكافئ 1.008 g من الهيدروجين)**

الكتلة المكافئة = $\frac{\text{الكتلة المولية للمادة}}{\text{عدد الايونات الموجبة X تكافؤها}}$

$$EM = \frac{M}{n_b} = \frac{M}{\text{عدد الايونات الموجبة X تكافؤ}}$$

مثال // جد الكتلة المكافئة للمواد المشتركة في التفاعل ؟

$Pb(NO_3)_2 + 2KI \longrightarrow PbI_{2(s)} + 2K^+ + 2NO_3^-$

نلاحظ علامة (s) في الناتج :- المادة الناتجة مادة صلبة

∴ التفاعل (تفاعل ترسيب)

$$EM_{(pb^{+2}(NO_3)_2)} = \frac{M}{n_b} = \frac{M}{\text{عدد الايونات الموجبة X تكافؤها}} = \frac{331}{2 \times 1} = 165.5\ g/eq$$

$$EM_{(K^+I)} = \frac{M}{n_b} = \frac{M}{\text{عدد الايونات الموجبة X تكافؤها}} = \frac{166}{1 \times 1} = 166\ g/eq$$

3) حساب الكتلة المكافئة لتفاعلات تكوين معقد

الكتلة المكافئة لتفاعل تكوين معقد :- تمثل كتلة المادة التي تهب او تكسب مزدوج الكتروني .

$$\text{الكتلة المكافئة} = \frac{\text{الكتلة المولية للمادة}}{\text{عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة او المكتسبة}}$$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة او المكتسبة}}$$

ملاحظة // تحسب المزدوجات المكتسبة للمركب الذي يعطي الايون المركزي من عدد الليكندات في المعقد الناتج اما عدد المزدوجات الموهوبة من المركب الذي يعطي الليكند فتحسب من عدد الليكندات X عدد المزدوجات الممنوحة منه

وجميع الليكندات في هذا الفصل تمنح مزدوج الكتروني واحد .

مثال // جد EM للمواد المشتركة في التفاعل ؟

$$AgNO_3 + 2KCN \longrightarrow [Ag(CN)_2]^- + 2K^+ + NO_3^-$$

η عدد المزدوجات المكتسبة (عدد الليكندات)

η عدد المزدوجات الموهوبة (ليكند واحد x مزدوج واحد)

$$EM_{(AgNO_3)} = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات المكتسبة}} = \frac{170}{2} = 85\ g/eq$$

$$EM_{(KCN)} = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات الموهوبة}} = \frac{65}{1 \times 1} = 65\ g/eq$$

---

4) حساب الكتلة المكافئة لتفاعلات الأكسدة والاختزال

الكتلة المكافئة لتفاعلات الأكسدة والاختزال :- هي كتلة الكاشف التي تتفاعل او تحتوي على 1.008 g من الهيدروجين أو 8.000 g من الاوكسجين .

$$\text{الكتلة المكافئة للعامل المؤكسد} = \frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}} \quad , \quad EM = \frac{M}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

$$\text{الكتلة المكافئة للعامل المختزل} = \frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}} \quad EM_{\text{العامل المختزل}} = \frac{M}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

مثال // جد EM للمواد المشتركة في التفاعل ؟

$$5Fe^{+2} + MnO_4^- + 8H_3O^+ \longleftrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 12H_2O$$

التفاعل تفاعل تأكسد واختزال بسبب وجود اختلاف في شحنات الايونات

$$5Fe^{2+} \xrightarrow[\text{عامل مختزل}]{\text{فقدان}} 5Fe^{3+}$$

الحل //

$$EM_{Fe} = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}} = \frac{M}{(3-2)} = \frac{65}{1} = 65\ g/eq$$

$$Mn^{7+}O_4 \xrightarrow[\text{عامل مؤكسد}]{\text{اكتساب}} Mn^{2+}$$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{M}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}} = \frac{119}{(7-2)} = \frac{119}{5} = 23.8\ g/eq$$

ملاحظة // في تفاعلات الأكسدة والاختزال نلاحظ وجود

1) H_3O^+ (دلالة على محيط حامضي)
2) OH^- (دلالة على محيط قاعدي)
3) H_2O (دلالة على محيط متعادل)

وهذه لا تدخل في عملية الأكسدة والاختزال .

ملاحظة // في تفاعلات تحديد (η) والكتلة المكافئة فأذا اعطى في السؤال معادلة موزونة فيمكن استخدام المولات في المعادلة لتحديد (η) للمواد المتفاعلة المشتركة وهي طريقة اسهل .

كما في الامثلة //

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

∴ $\eta\ (H_2SO_4) = 2$

$\eta\ (NaOH) = 1$

$$AgNO_3 + 2KCN \longrightarrow [ag(CN)_2]^- + 2K^+ + NO_3^-$$

∴ $\eta\ (AgNO_3) = 2$

$\eta\ (KCN) = 1$

تمرين (6 – 7) // احسب قيم M و η والكتل المكافئة للمواد المبينة ادناه :-

أ) $AgNO_3$ يتفاعل الترسيب الاتي

$$Ag^+ + Br^- \longrightarrow AgBr_{(s)}$$

$M_{AgNo3} = 108 + 14 + 3 \times 16 = 170\ g/mol$

η = عدد الايونات الموجبة x تكافؤها = 1x1 = 1 eq / mol

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{170}{1} = 170\ g/eq$$

انتبه :
المعادلة الايونية غالباً لا يستفاد منها في حديد (η)

ب) $BaCl_2$ يتفاعل الترسيب

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4$$

$M_{BaCl2} = 137 + 2 \times 35.5 = 208\ g/mol$

η_{BaCl2} = عدد الايونات الموجبة x تكافؤها = 2 x 1 = 2eq / mol

المعادلة غير موزونة معادلة ايونية

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{208}{2} = 104\ g/eq$$

ج) $Fe_2(SO_4)_3$ يتفاعل الترسيب الاتي :-

$Fe_2^{+3}(SO_4)_3 + 3pb^{2+} \longrightarrow 3pb\,SO_4 + 2Fe^{3+}$

M = 56 + 32x3 + 16x12 = 400 g / mol

η = عدد الايونات الموجبة x تكافؤها = 3x2 = 6 eq / mol

$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{400}{6} = 66.6$ g / eq

د) Na_2CO_3 يتفاعل تعادل (حامض + قاعدة) الاتي

$Na_2CO_3 + 2H^{+} \longrightarrow 2Na^{+} + CO_2 + H_2O$

η ⟶ ↑

$M_{Na_2CO_3}$ = 23 x 2 + 12 + 3 x 16 = 106 g / mol

η = عدد ذرات الهيدروجين القابلة للاستبدال بذرات الفلز = 2 eq / mol

$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{106}{2} = 53$ g / eq

هـ) BaI_2 بتفاعل تكوين معقد الاتي :-

$2BaI_2 + Hg^{2+} \longrightarrow HgI_4^{2-} + 2Ba^{2+} + 2Ba^{2+}$

M = 137 + 127 x 2 = 391 g / mol

η = عدد المزدوجات الموهوبة = 1 x 2 = 2 eq / mol

$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{391}{2} = 195.5$ g / eq

و) $Na_2S_2O_3$ يتفاعل تأكسد واختزال الاتي :-

$2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-}$

فقدان

$2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_2O_3^{-1} — S_2O_3^{-1}$

M = 2 x 23 + 32 x 2 + 16 x 3 = 158 g / mol

η = عدد الالكترونات المكتسبة = (2 – 1) = 1 eq / mol

$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{158}{1} = 158$ g / eq

التحليل الحجمي

تعتمد هذه الطريقة على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول الكاشف الكيميائي المعلوم التركيز عند تفاعله كمياً مع محلول المكون المراد تقديره (المجهول التركيز)

المحلول القياسي // محلول يحوي حجم معين منه على كمية معلومة من الكاشف أي هو محلول محلول ذو تركيز معروف بدقة وعن طريق قياس حجمه المستهلك في المعايرة يمكن حساب كمية المكون المراد تقديره .

المحلول القياسي الاولي // هو اذابة كتلة معلومة من مادة قياسية في حجم معلوم من المذيب المستخدم في اذابة الكاشف وغالباً ما يستعمل الماء المقطر كمذيب .

المحلول القياسي الثانوي // هو المحلول الذي يمكن الحصول عليه من عملية المعايرة مع مادة قياسية .

ما هي شروط المحاليل القياسية ؟



2015
دور ثاني

1) ان تكون ذات نقاوة عالية .
2) ان لا تتفاعل او تمتص مكونات الهواء الحيوي ولا تتأثر بالضوء .
3) ان يكون لها كتلة مكافئة عالية لتقليل الخطأ في الوزن .
4) ان تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل في التحليل .
5) ان لا تكون سامة .
6) ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة .

عملية التسحيح

هي عملية اضافة تدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في الدورق المخروطي أو بالعكس وتستمر هذه الاضافة الى نقطة نهاية التفاعل لغرض ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة .

نقطة التكافؤ :- هي نقطة نظرية افتراضية يكون من المفروض عندها ان تتكافأ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي وبالعكس .

نقطة نهاية التفاعل :- هي نقطة ينتهي عندها تفاعل التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً بأستخدام الدليل المناسب .

الدلائل :- هي مواد كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح ولا تشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

خطأ التسحيح :- هو مقياس لمدى الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل المقاسة عملياً في عملية التسحيح .

المتداخلات :- هي المواد او العناصر التي يؤدي وجودها في العينة الى عدم امكانية التقدير المباشر لأحد مكوناتها .

التحليل التسحيحي :- يطلق على التحليل الحجمي التحليل التسحيحي لان عملية التسحيح هي العملية الاكثر شيوعاً او استعمالاً من عمليات التحليل الحجمي الاخرى مثل تحليل الغازات .

المعايرة :- هي الوسيلة الأساسية المستخدمة في التحليل الحجمي وتتخلص في ان يضاف الكاشف تدريجياً من الحاجة الى المحلول المراد تحليله وتستمر الاضافة حتى بلوغ نقطة التكافؤ .

شروط تفاعلات التسحيح

1) ان يكون التفاعل بسيط ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل المكون المراد تقديره كمياً مع الكاشف القياسي .
2) ان يتجه التفاعل باتجاه واحد فقط (تفاعل غير انعكاسي) .
3) ان يحدث التفاعل انياً (بشكل سريع) لذا يمكن اضافة عامل مساعد لزيادة سرعة التفاعل .
4) يجب توفير وسيلة عملية لتعيين نقطة نهاية التفاعل وذلك عن طريق حصول تغير ملحوظ في احد صفات التفاعل عند نقطة التكافؤ تساعد في تحديد نقطة نهاية التفاعل .

انواع تفاعلات التسحيح

1) تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعل العادل) :-

هو تفاعل تسحيح حامض – قاعدة أو بالعكس يكون ناتجة غالباً ملح فيما تتحد ايونات الهيدروجين والهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء .

2) تفاعلات التأكسد والأختزال :-

هي تفاعلات تتضمن تغير في الاعداد التأكسدية للمواد المشتركة ويكون المحلول القياسي اما عامل مؤكسد او عامل مختزل .

3) تفاعلات الترسيب :-

هي تفاعلات تنتج مواد صلبة (رواسب) غير ذائبة مثل تفاعل ايوني الفضة والكلوريد

$$Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl \downarrow$$

راسب

4) تفاعلات تكوين معقد :-

تفاعلات تكوين مركبات معقدة تتضمن تكون اصرة تناسقية مثل المعقد $[Ag(CN)_2]^-$

مثال // توضيحي لعملية تسحيح لايجاد كتلة هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ في عينة .

الحل // تتبع الخطوات التالية :

1) اذابة العينة $Ba(OH)_2$ في الماء المقطر ثم نكمل حجم المحلول الناتج الى (25 ml)[2] بالماء في دورق حجمي .

2) تجري عملية التسحيح بنقل (20 ml) من المحلول المحضر للعينة بأستخدام الماصة الى دورق مخروطي حجمي مناسب .

3) اضافة بضع قطرات من محلول دليل المثيل الاحمر ، وهي مادة عضوية خاملة لا تشترك في تفاعلات التسحيح حيث يتغير لونها من الاصفر الى الاحمر عند نقطة نهاية التفاعل (نتيجة لتغير قيمة pH المحلول) .

4) نبدأ بعملية تسحيح هيدروكسيد الباريوم مقابل حامض الهيدروكلوريك ذو تركيز (0.098 M) أو (0.098 N) وذلك بالاضافة التدريجية لمحلول الحامض (HCl) الموجود في السحاحة الى محلول العينة في الدورق مع التحريك المستمر لمزج المحلولين حيث يتطلب ذلك اضافة اضافة (22.4 ml) من الحامض لحين تغير لون المحلول (لون الدليل المضاف) من الاصفر الى الاحمر .

5) عند تغير لون المحلول أي الوصول الى نقطة نهاية التفاعل (نقطة التكافؤ العملية) حيث تتكافأ كمية المادة المجهولة مع كمية المادة القياسية .

∴ يمكن عندها حساب كمية المادة المجهولة في المحلول من

$$\underset{\text{كمية المادة المذابة للمحلول}}{(m\ mol)} = V(ml) \times M(m\ mol / ml)$$

$$\underset{\text{كمية المادة المذابة للمحلول}}{(m\ (eq))} = V(ml) \times N(meq / ml)$$

وتكون كمية المادة المجهولة = كمية المادة القياسية

عدد ملي مكافئات المادة المجهولة = عدد ملي مكافئات المادة القياسية

$$((\ N \times V(HCl) = N \times V(Ba(OH)_2)\ ))$$

∴ بأستخدام هذه العلاقة يمكن حساب التركيز العياري للمادة المجهولة في عملية التسحيح .

∴ لحساب تركيز $Ba(OH)_2$ في المثال التوضيحي .

$$N_{Ba(OH)2} = \frac{0.098\ (meq / ml) \times 22.4\ ml}{20\ (ml)}$$

$$N = 0.1097\ meq / ml = 1.1097\ eq / L$$

ولحساب كتلة المادة المذابة في حجم معين من المحلول (الحجم المستخدم لأذابة العينة يساوي 25 ml)

نجد اولاً الكتلة المكافئة لهيدروكسيد الباريوم

$$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$

نلاحظ من هذا التفاعل ان قيمة $\eta = 2$

$$\therefore\ EM = \frac{M_{Ba(OH)_2}}{\eta} = \frac{171.33}{2} = 85.7\ g / eq$$

ثم $N\ eq / L = \frac{eq}{V}$

أو بأستخدام العلاقة النهائية الاتية

$$m(g) = N_{eq/L} \times V_L \times EM\ \ g / eq$$

$$m = 0.1097 \times \frac{25}{1000} \times 85.7$$

$$m = 2.35\ g$$

المصطلحات المتناظرة

eq المكافئ ⟷ المول n

EM الكتلة المكافئة ⟷ الكتلة المولية M

N التركيز العياري ⟷ التركيز المولاري M

علاقة الربط بين المولارية والنورمالية

مهم $((N = \eta \times M))$

(eq/L) (eq/mol) (mol/L)

مثال (6 – 7) عند استعمال حامض الكبريتيك من تفاعلات التعادل تكون قيمة ($\eta = 2$) .
احسب عيارية محلول الحامض تركيزه (0.23 mol / L) .

$N = \eta \times M$

$N = 2\ (eq / mol) \times 0.23\ (mol / L)$

$N = 0.46\ eq / L$

الادوات المستخدمة في عملية التسحيح

1) الدورق الحجمي :- يستعمل لقياس حجم المحلول اثناء تحضيره .
2) السحاحة :- تستعمل لقياس حجم المحلول المستهلك اثناء التسحيح .
3) الماصة :- تستعمل لقياس حجم معلوم ومضبوط من المحلول لغرض نقله من وعاء الى اخر .

كيفية حل مسائل التحليل الحجمي

1) المسائل التي تحتوي على تركيز مولاري (M) وفيها مادة واحدة فقط تستخدم العلاقة الاتية لايجاد المجاهيل

$m = M . V . M$

تمرين (6 – 9) ما هي الكتلة اللازمة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH لتحضير 500 ml من محلول تركيزه (0.2 M) ؟

الحل //

مادة واحدة (هيدروكسيد الصوديوم) التركيز المولاري (M)

$M_{NaOH} = 40\ g/mol$

$m = M . V . M$

$m = 0.2 \times \frac{500}{1000} \times 40 \Longrightarrow m = 4\ g$

2) المسائل التي تحتوي على تركيز نورمالي (N) وفيها مادة واحدة فقط تستخدم العلاقة الاتية لايجاد المجاهيل .

$m = N . V . EM$

وتحدد η لحساب EM من العلاقة $EM = \frac{M}{\eta}$

حسب نوع التفاعل المعطى في السؤال

تمرين (6 – 8) ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم 2014 دور ثاني 2015 اول

$K_2Cr_2O_7$ (M = 294 g / mol) لتحضير محلول بحجم (2L) وتركيزه 0.12 N من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \longleftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$$

الحل //

∴ مادة واحدة $K_2Cr_2O_7$ والتركيز نورمالي

∴ نستخدم المعادلة m = N . V . EM

نحسب الكتلة المكافئة بأستخدام المعادلة

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \longleftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$$

$\eta = 6$

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{294}{6} = 49 \text{ eq / mol}$$

m = N . V . EM

m = 0.12 x 2 x 49

m = 11.76 g

تمرين (6 – 10) // احسب كتلة المذاب الموجود في كل من المحاليل الاتية

1) 350 ml من (0.125 M) نترات الفضة (M = 170 g / mol) .

2) 250 ml من 0.1 N محلول البوراكس (M = 381 g / mol) $Na_2B_4O_7.10H_2O$

الحل //

1) نترات الفضة مادة واحدة والتركيز مولاري

m = M . V . M

$$m = 0.125 \times \frac{350}{1000} \times 170$$

m = 7.4 g

2) محلول البوراكس مادة واحدة والتركيز نورمالي

∴ نحسب اولاً EM من المعادلة

$$B_4O_7^{-2} + 2H_3O^+ + 3H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3$$

η

$$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{381}{2} = 190.5 \text{ eq / mol}$$

m = N . V . EM

$$m = 0.1 \times \frac{250}{1000} \times 190.5$$

m = 4.76 g

3) اذا كانت المسألة تحتوي على مادتين مع احد المصطلحات (سحح ، تسحيح ، يكافئ ، يعاير ، معايرة) والتركيز المعطى في السؤال تركيز نورمالي (N)
فيحسب التركيز او الحجم المجهول بأستخدام

meq (للمادة المجهولة) = meq (للمادة المعلومة)

N . V للمجهولة = N . V للمعلومة

* اما اذا كان المطلوب هو النسبة المئوية للمادة المجهولة فتستخدم العلاقة الاتية

meq (المجهولة) = meq (المعلومة)

$$\frac{m}{EM_{\text{المجهولة}}} = N \cdot V_{\text{المعلومة}}$$

س 14 // تمت معايرة (50 ml) من محلول حامضي HIO_3 (M = 176 g / mol) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز (0.145 N) فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 45.8 ml احسب التركيز العياري لحامض HIO_3

الحل //

(مادتين HIO_3 , NaOH) والتركيز الموجود في السؤال (N)

meq (HIO_3) = meq (NaOH)

N . V (HIO_3) = N . V (NaOH)

N x 50 ml = 0.145 N x 45.8 ml

∴ N_{HIO_3} = 0.13 N

تمرين (6 – 13) // تمت معايرة 0.958 g من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH (M = 60 g / mol) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي . بتركيز 0.225 N . فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 33.6 ml . احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة ؟

(السؤال تسحيح مادتين (CH_3COOH – NaOH والتركيز N والمطلوب نسبة مئوية %)

∴ الحل // meqCH_3COOH = meq NaOH

$$\frac{m}{EM} = N \cdot V$$

$$\frac{m}{\frac{M}{n_b}} = N \cdot V$$

$$\frac{m}{\frac{60}{1}} = 0.225 \times \frac{33.6}{1000}$$

m = 0.4536 g

$$\% \; CH_3COOH = \frac{m\,(CH_3COOH)}{m_{\text{العينة}}} \times 100 \; \%$$

$$\% = \frac{0.4536}{0.958} \times 100 \; \%$$

% = 47.34 %

n_b = 1
CH_3COOH
لانه يحتوي H^+ واحد
فقط قابل للتأين

4) اذا كانت المسألة تحتوي على مادتين مع احد المصطلحات (سُحح ، تسحيح ، يكافئ ، يعاير، معايرة) والتركيز المعطى في السؤال تركيز مولاري (M) فيحسب التركيز او الحجم المجهول بأستخدام

(المادة المعلومة) m mol = (للمادة المجهولة) m mol

(للمعلومة) M . V = (للمجهولة) M . V

انتبه :
يجب مراعاة المولات الفعالة للمادة والتي يمكن اخذ المولات الفعالة من المعادلة حيث كل مادة تأخذ مولات المادة الاخرى في المعادلة

*** اما اذا كان المطلوب هو النسبة المئوية للمادة المجهولة فتستخدم العلاقة**

(المعلومة) m mol = (المجهولة) m mol

(المعلومة) M . V = (المجهولة) $\frac{m}{M}$

س 8 // ما هي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟ اذا علمت ان (36.7 ml) من محلول هذا الحامض تكافئ (43.2 ml) من محلول (0.236 M) هيدروكسيد الصوديوم ؟

∴ مادتين متكافئة (NaOH – HCl) والتركيز المولاري

∴ نستخدم الحل الاتي :-

الحل //

$$m\ mol\ (HCl) = m\ mol\ (NaOH)$$

$$1 \times M \cdot V_{(HCl)} = M \cdot V_{(NaOH)}$$

$$M \times 36.7\ ml = 0.236 \times 43.2$$

$$M = 0.277\ M$$

مثال (6 – 8) في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ (M = 90 g / mol) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ، تطلب تسحيح 0.1743 g من عينة غير نقية لهذا الحامض اضافة 39.82 ml من (0.09 M) من محلول القاعدة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة ؟

الحل // ∴ السؤال يحتوي مادتين ($NaOH – H_2C_2O_4$) والتركيز (M) مولاري نستخدم :-

$$2X\ m\ mol\ (H_2C_2O_4) = m\ mol\ (NaOH) X\ 1$$

يضرب في مولاته الفعالة حيث يحتوي على $2H^+$ قابل للتأين

يضرب جزءه الفعال يحتوي NaOH على (OH^-) واحدة قابلة للتأين



2015
دور ثاني

$$2 X (\frac{m}{M})\ (H_2C_2O_4) = M \cdot V_{(NaOH)}$$

$$2 X (\frac{m}{90}) = 0.09 X \frac{39.82}{1000}$$

$$m = 0.16\ g$$

$$\% H_2C_2O_4 = \frac{m\ (H_2C_2O_4)}{m_{\text{العينة}}} X\ 100\ \%$$

$$\% = \frac{0.16}{0.1743} X\ 100\ \% \qquad \% = 92.4\ \%$$

تمرين (6 – 11) تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فأذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ، ما قيمة ɳ لبرمنكنات البوتاسيوم وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي (0.05 M)

وزاري 2014 دور اول

$$K^{+1}M^{+7}n\,O^{-8}{}_4 \longrightarrow M^{+4}n\,O^{-4}{}_2$$

اكتساب e

$$Mn^{+7} \xrightarrow{+3e} Mn^{+4}$$

$\eta = 7 - 4 = 3\ eq/mol$

(عدد الالكترونات المكتسبة)

$N = \eta \times M$

$N = 3 \times 0.05 = 0.15\ eq/L$

تمرين (6 – 12) تم تقدير محتوى النيكل بعملية تسحيح تعتمد على التفاعل الاتي :-

$$Ni^{2+} + 4CN^{-} \longrightarrow Ni(CN)^{2-}{}_4$$

فأذا علمت ان (160 mg) من العينة قد استهلكت في تسحيح (38.3 ml) من محلول KCN القياسي بتركيز (0.137 N) للوصول الى نقطة نهاية التفاعل .
احسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل (Ni_2O_3) (M = 165 g / mol) في العينة

الحل // السؤال تسحيح مادتين والتركيز N

$meq\,(Ni_2O_3) = meq\,(KCN)$

$\frac{m}{EM}\,(Ni_2O_3) = N \cdot V_{(KCN)}$

∴ يجب ايجاد EM < Ni_2O_3
ويمكن ان نستفيد من المعادلة

$$Ni^{2+} + 4CN^{-} \longrightarrow Ni(CN)^{2-}{}_4$$

ɳ

$\eta = 4$ ∴ (لايون نيكل واحد)

∴ $\eta = 8$ (لأيونين نيكل Ni_2O_3)

$EM = \frac{M}{\eta} = \frac{165}{8} = 20.7\ g/eq$

$\frac{m}{EM}\,(Ni_2O_3) = N \cdot V_{(KCN)}$

$\frac{m}{20.7} = 0.137 \times 38.3$

∴ $m = 108\ mg$

$\%\,Ni_2O_3 = \frac{m\,(Ni_2O_3)}{m\ \text{العينة}} \times 100 \Rightarrow \% = \frac{108\ mg}{160\ mg} \times 100\,\% \Rightarrow \% = 67.5\,\%$

التعاليل المهمة في الفصل السادس

1) يصنف ايون الرصاص ضمن المجموعة I ، II ؟

ج // لان ذوبانية كلوريد الرصاص عالية نسبياً مما يسبب عدم ترسيبه بشكل تام عند اضافة HCl المخفف .

2) عادة تضاف كواشف كيميائية تدعى الدلائل في عمليات التسحيح ؟

ج // لتحديد نقطة نهاية تفاعل العملية .

3) يفضل اجراء عملية الترسيب من محاليل مخففة للمكون المراد تقديره والعامل المرسب ؟

ج // لأن هذه الظروف تتيح الوقت الكافي لبناء بلورات الراسب والحصول على راسب متبلور .

4) بعد الترسيب في عمليات التحليل الوزني يضاف ما يدعى محلول الغسيل الى الراسب ؟

ج // للتخلص من الملوثات العالقة على سطح الراسب .

5) اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور ؟

ج // لان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب في اثناء عملية الترسيب وبطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء البلورات .

6) يجب فصل المواد المتداخلة قبل اجراء عملية القياس للمكون المراد تقديره في عملية التحليل

ج // للحصول على نتائج دقيقة للمكون المراد تقديره لان معظم التفاعلات المستعملة في عمليات التحليل الكيميائي مشتركة لعدد من العناصر والمركبات الموجودة في نفس العينة ما يؤثر في نتائج التحليل .

7) في عملية التسحيح تتم الاضافة من السحاحة بشكل تدريجي وعلى شكل قطرة قطرة ؟

ج // من اجل الدقة من ملاحظة تغير لون الدليل عند نقطة نهاية التفاعل العملية .

8) لا يضاف عامل مرسب للمجموعة الخامسة من الايونات الموجبة التي تشمل (K^+ , NH_4^+ , Na^+ , Mg^{+2}) .

ج // لأنها تبقى ذائبة لوحدها في المحلول بعد فصل ايونات المجاميع الاخرى تباعاً .

9) يحضر محلول النموذج بأستعمال مذيب مناسب له القابلية على اذابة جميع اجزاء النموذج ؟

ج // لان معظم عمليات التحليل الكيميائي تجري على محاليل النموذج .

10) يتطلب ان تكون دقائق الراسب ذات حجم كبير نسبياً ومتبلورة ؟

ج // لكن تكون اقل عرضة للتلوث ولا تمر من خلال وسط الترشيح ولا تتأثر بعملية غسل الراسب .

11) يفضل استعمال التركيز العياري (النورمالي) في حسابات التسحيح ؟

ج // لتجنب الالتباس الذي قد يحصل من احتواء مول واحد من المادة على مول واحد او اكثر من الصنف الفعال الذي يشترك في التفاعل .

12) من الضروري معرفة كتل و حجم النموذج المراد تحليله بشكل دقيق ؟

ج // لغرض التعبير الصحيح عن كمية المكون المراد تقديره بدلالة كمية النموذج .

بعض الأسئلة الاثرائية

س1 / تم تحليل عينة كتلتها (1.47 g) من ملح ($CuSO_4.5H_2O$) وزنياً بطريقة التطاير غير المباشر ، حيث سخنت العينة الى درجة 140C° وبعد التبريد و وزن الجزء غير المتطاير وجد ان كتلته تساوي (1170 mg) ، احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة ؟

الحل //



$$CuSO_4.5H_2O \longrightarrow CuSO_4 + 5H_2O$$

m = 1.47 g   m = 1170 m = ?

$$m_{CuSO_4} = \frac{1170}{1000} = 1.71\ g$$

$$m_{H_2O} = m_{عينة} - m_{CuSO_2}$$

$$= 1.47 - 1.17$$

$$= 0.3\ g$$

$$\%_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{m_{عينة}} * 100\ \%$$

$$= \frac{0.3}{1.47} * 100\ \%$$

$$= 20.4\ \%$$

س 2 / يعتبر البراسيتول مسكن جيد للألم ، فلمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه تم حرق عينة من خمسة أقراص من هذا الدواء (كتلة القرص الواحد (250 mg)) في جو مغلق فكانت كتلة غاز CO_2 المحسوبة (2.6 g) احسب النسبة المئوية للكاربون في العينة ؟

الحل //

$$m_{عينة} = 250 * 5 = 1250\ mg = 1.25\ g$$

$$M_{CO_2} = 12 + 16 * 2$$
$$= 44\ g / mol$$

$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$$

$$= 2.6 * \frac{12}{44}$$

$$= 0.7\ g$$



$$\%_C = \frac{m_C}{m_{عينة}} * 100\ \%$$

$$= \frac{0.7}{1.25} * 100\ \%$$

$$= 56\ \%$$

س 3 / عينة من (5g) من مسحوق خميرة الخبز (بيكاربونات الصوديوم) تحللت بالحرارة حسب التفاعل الأتي $2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$ احسب نسبة الكاربون و الهيدروجين في العينة علماً ان كتلة غاز CO_2 المتحرر = 1.23 g و كتلة بخار الماء (0.45 g) ؟

الحل //

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

$$M_{CO_2} = 12 + 16 * 2 = 44\ g / mol$$

$$M_{H_2O} = 16 + 2 = 18\ g / mol$$



$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$$

$$= 1.32 * \frac{12}{44}$$

$$= 0.36\ g$$

$$\%_C = \frac{m_C}{m_{عينة}} * 100\ \%$$

$$= \frac{0.36}{5} * 100\ \%$$

$$= 7.2\ \%$$

$$m_H = m_{H_2O} * \frac{M_{H_2}}{M_{H_2O}}$$

$$= 0.54 * \frac{2}{18}$$

$$= 0.06\ g$$

$$\%_H = \frac{m_H}{m_{عينة}} * 100\ \%$$

$$= \frac{0.06}{5} * 100\ \%$$

$$= 1.2\ \%$$

س4 / لمعرفة النسبة المئوية للنيكل في عينة من الفولاذ كتلتها (0.3 g) تم ترسيب النيكل على شكل $Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$ (M=288 g/mol) وذلك بإضافة العامل المرسب ثنائي مثيل كلايوكسيم ، فاذا علمت ان كتلة الراسب (0.075 g) احسب النسبة المئوية للنيكل في العينة ؟

الحل //

$$G_{f_{Ni}} = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Ni}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{Ni(C_4H_7N_2O_2)_2}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{1} \times \frac{59\frac{g}{mol}}{288\frac{g}{mol}} = 0.2$$

$$\%_{Ni} = \frac{Gf * m_{Ni(C_4H_7N_2O_2)_2}}{m_{عينة}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.2 * 0.075}{0.3} \times 100 = 5\ \%$$



س 5 / تم حرق (500 mg) من مادة الكافيين (مادة منبه موجودة في القهوة و الشاي) ، و بعد اجراء الحسابات وجد ان نسبة الأوكسجين فيه تساوي 16.49 % احسب نسبة النتروجين في المركب اذا علمت ان كتلة غاز CO_2 المحسوبة تساوي (907.134 mg) و كتلة بخار الماء (231.75 mg) ؟

الحل //

$$M_{CO_2} = 12 + 16 * 2 = 44 \text{ g / mol}$$

$$m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$$

$$= 907.134 * \frac{12}{44}$$

$$= 247.4 \text{ mg}$$

$$\%_C = \frac{m_C}{m_{\text{عينة}}} * 100\ \%$$

$$= \frac{247.4}{500} * 100\ \%$$

$$= 49.48\ \%$$



$$m_H = m_{H_2O} * \frac{M_{H_2}}{M_{H_2O}}$$

$$= 231.75 * \frac{2}{18}$$

$$= 25.75 \text{ mg}$$

$$\%_H = \frac{m_H}{m_{\text{عينة}}} * 100\ \%$$

$$= \frac{25.75}{500} * 100\ \%$$

$$= 5.15\ \%$$

$$\%_N = 100 - (\%_C + \%_H + \%_O)$$

$$= 100 - (49.48 + 5.15 + 16.49)$$

$$= 100 - 71.12$$

$$= 28.88\ \%$$

س 6 / جد عدد غرامات الصوديوم الموجودة في (1ml) من الدم اذا علمت ان الصوديوم يرسب في الدم على شكل $NaZn(UO_2)_3(CH_3CO_2).9H_2O$ ، (M = 849 g/mol) وكتلته تساوي 0.215 g .

الحل //

$$G_{f_{Na}} = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Na}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{NaZn(UO_2)_3(CH_3NCO_2)9H_2O}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{1} \times \frac{23\frac{g}{mol}}{849\frac{g}{mol}} = 0.027$$

$$m_{Na} = G_f * m_{\text{صيغة وزنية}}$$

$$= 0.027 * 0.215$$

$$= 0.0058 \text{ g}$$

س 7 / سماد فوسفاتي كتلته (0.271 g) رسبت الفوسفات فيه على شكل $(NH_4)_3PO_4.12MO_3$ فكانت كتلة الراسب (1.168 g) احسب :-

1) النسبة المئوية للفسفور في السماد .

2) النسبة المئوية لـ (P_2O_5) في السماد .

الكتل الذرية N = 14 , H = 1 , P = 31 , O = 16 , M = 96

الحل 1)

$$G_{f_P} = \frac{a}{b} \times \frac{M_P\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{\text{صيغة وزنية}}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{1} \times \frac{31\frac{g}{mol}}{455\frac{g}{mol}} = 0.07$$

M = (18 * 4) + 31 + 16 * 4 + 96 * 3 = 455g/mol

$$\%_P = \frac{Gf * m_{\text{صيغة وزنية}}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.07 * 1.168}{0.27} \times 100 = 30\ \%$$

2)

$$G_{f_{P_2O_5}} = \frac{a}{b} \times \frac{M_{P_2O_5}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{\text{صيغة وزنية}}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{2} \times \frac{142\frac{g}{mol}}{455\frac{g}{mol}} = 0.156$$

M = 2 * 31 + 5 * 16 = 142g/mol

$$\%_{P_2O_5} = \frac{Gf * m_{\text{صيغة وزنية}}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.156 * 1.168}{0.27} \times 100 = 67.5\ \%$$

س 8 / تم تحليل محتوى فلز في عينة حيث رسب على شكل X_2O_3 فوجد ان كتلته (54 mg) و الكتلة المولية للصيغة الوزنية تساوي عدد ملي غراماتها المتكونة و النسبة المئوية له في العينة تساوي (20 %)

1) حدد نوع الفلز

2) جد عدد غرامات العينة

الحل // 1)

$$G_{f_X} = \frac{a}{b} \times \frac{M_X\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{X_2O_3}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{2}{1} \times \frac{2\,M_X}{M_{X_2O_3}}$$

m صيغة وزنية = M صيغة وزنية

$$m_X = G_f * m_{X_2O_3}$$

$$54 = \frac{2M_X}{M_{X_2O_3}} * M_{X_2O_3}$$

$$M_X = \frac{54}{2} = 27\ g/mol$$



الفلز هو الألمنيوم .

2)

$$\%_{Al} = \frac{m_{Al}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$20\ \% = \frac{54}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$m_{\text{عينة}} = \frac{54 * 100}{20} = 270\ mg$$

س 9 / ماهي كتلة خام بيريت (FeS_2) غير النقي اللازم اخذه بحيث ان كتلة راسب $BaSO_4$ المتكون يساوي نصف النسبة المئوية للكبريت في النموذج ؟

$M_{BaSO_4} = 233\ g/mol$ $M_S = 32\ g/mol$

الحل // $m_{BaSO_4} = \frac{1}{2}\ \%S$



$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_S}{M_{BaSO_4}} = \frac{1}{1} \times \frac{32}{233} = 0.137$$

$$\%S = \frac{Gf * m_{BaSO_4}}{m_{\text{خام بيريت}}} * 100\%$$

$$\%S = \frac{Gf * \frac{1}{2}\%S}{m_{\text{خام بيريت (العينة)}}} * 100\%$$

$$\%S = \frac{0.137 * \frac{1}{2}\%S}{m_{\text{خام بيريت}}} * 100\%$$

$$m_{\text{خام بيريت}} = 0.137 * \frac{1}{2} * 100$$

$$m = 6.85\ g$$

س 10 / قرص من فيتامين C كتلته (500 mg) النسبة المئوية لحامض الأسكوربيك (M = 176 g / mol) فيه تساوي (98 %) اذيب و سحح مع NaOH فأحتاج الى (25 ml) من (NaOH) لأكمال التسحيح ، احسب مولارية NaOH ؟

الحل // السؤال مادتين و التركيز مولاري و المعطى في السؤال كتلته .

$$C_6H_7O_6H + NaOH \longrightarrow C_6H_7O_6Na + H_2O$$

$$M \cdot V_{NaOH} = \left(\frac{m}{M}\right)C_6H_7O_6H$$

$$\%_{C_6H_7O_6H} = \frac{m_{C_6H_7O_6H}}{m_{\text{عينة}}} * 100\ \%$$

$$98 = \frac{m}{500} * 100$$

$$m = \frac{98 * 500}{100} = 490\ mg = 0.49\ g$$



$$V_{NaOH} = \frac{25}{1000} = 0.025\ L$$

$$M * 0.025 = \frac{0.49}{176}$$

$$M = \frac{0.49}{0.025 * 176} = 0.11\ M$$

س11/ لمعايرة حامض البوريك H_3BO_3 (M = 62 g/mol) من عينة غير نقية منه كتلتها (0.415 g) ، سحح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.2 M) فكان الحجم المستهلك في القاعدة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل هو (32.5 ml) احسب النسبة المئوية للحامض في العينة حسب تفاعل التعادل التالي :

$$H_3BO_3 + 3NaOH \longrightarrow NaBO_3 + 2H_2O$$

الحل // السؤال مادتين والتركيز مولاري

المطلوب النسبة المئوية



$$\left(\frac{m}{M}\right)_{H_3BO_3} = \frac{1}{3} M . V_{NaOH}$$

$$\frac{m}{62} = \frac{1}{3} * 0.2 * 32.5$$

m = 134.3 mg

= 0.1343 g

$$\%_{H_3BO_3} = \frac{m_{H_3BO_3}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.1343}{0.415} \times 100$$

= 32.3 %

س 12 / تم تحليل نموذج من خام الحديد لتقدير كمية الحديد فيه وذلك بإذابة النوذج في محلول حامضي لتحويل الحديد الى Fe^{+2} تم تسحيحه مع محلول قياسي من $K_2Cr_2O_7$ ثنائي كرومات البوتاسيوم تركيزه 0.025 M فإذا كان الحجم اللازم لتسحيح الحديد 35.6 ml ، ما هي كمية الحديد في النموذج (M_{Fe} = 56 g/mol) و حسب التفاعل التسحيحي الأتي :

$$6Fe^{+2} + Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6Fe^{+3} + 7H_2O$$

الحل // تفاعل مادتين تركيز مولاري و المطلوب كتلته

$$\frac{1}{6}\left(\frac{m}{M}\right)_{Fe} = M.V_{K_2Cr_2O_7}$$

$$\frac{1}{6} * \frac{m}{56} = 0.025 * 35.6$$

m = 6 * 56 * 0.025 * 35.6

= 299 mg

= 0.299 g



س 13 // تم تقدير محتوى المنغنيز في عينة حسب التفاعل :

$$Mn^{+2} + 2Fe^{+2} + 4H^{+} \longrightarrow Mn^{+2} + 2Fe^{+3} + 2H_2$$

فاذا علمت ان (0.3 g) من العينة كان لازماً للتسحيح مع 50 ml من محلول ايونات الحديد تركيزه (0.1 M) احسب النسبة المئوية لـ (MnO_3) في العينة (M = 103 g/mol) .

الحل // تسحيح مادتين تركيز مولاري و المطلوب حساب النسبة المئوية

$$\left(\frac{m}{M}\right)_{MnO_3} = \frac{1}{2} M \cdot V_{Fe^{+2}}$$

$$\left(\frac{m}{M}\right)_{MnO_3} = \frac{1}{2} * 0.1 * 50$$

$$m = 262.5 \text{ mg}$$

$$= 0.2625 \text{ g}$$

$$\%_{MnO_3} = \frac{m_{MnO_3}}{m_{عينة}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.2625}{0.3} \times 100$$

$$= 87.5 \%$$



س 14 / تمت معايرة (100 ml) من محلول KI بالتسحيح مع محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ القياسي بتركيز (0.4 N) وكان حجم محلول الرصاص المضاف من السحاحة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل (50 ml) ماهو تركيز KI المولاري ؟

$$Pb(NO_3)_2 + 2KI \longrightarrow 2PbI_2 + 2K^{+} + 2NO_3$$

الحل // السؤال مادتين تركيز نورمالي

$$N \cdot V_{KI} = N \cdot V_{Pb(N\ \ 3)2}$$

$$N * 100 = 50 * 0.4$$

$$N = \frac{50*0.4}{100} = 0.2 \text{ N}$$

η_{KI} = عدد الأيونات الموجبة * تكافؤها

$$= 1 * 1 = 1 \text{eq/mol}$$

$$N = M \cdot \eta$$

$$M = 0.2 \text{ M}$$



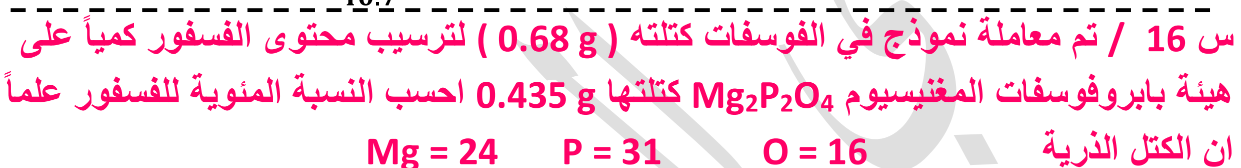
س 15 / تعد اوكزالات الصوديوم احدى المواد القياسية المستخدمة لمعايرة برمنكنات البوتاسيوم كما في التفاعل : $5C_2O_4^{-2} + 2MnO_2 + 16H_3O^+ \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{+2} + 14H_2O$
فاذا علمت ان (40.7 ml) من $KMnO_4$ احتاج الى (35.5ml) من المحلول القياسي تركيزه (0.2 M) ، احسب التركيز العياري لـ $KMnO_4$

الحل // $5C_2O_4^{-2} + 2MnO_2 + 16H_3O^+ \longrightarrow 10CO_2 + 2Mn^{+2} + 14H_2O$

$\eta = 2$ eq/mol $\eta = 5$ eq/mol

$$N_{Na_2C_2O_4} = M \cdot \eta$$
$$= 0.2 * 2$$
$$= 0.4 \text{ N}$$

$$N \cdot V_{KMnO_4} = N \cdot V_{Na_2C_2O_4}$$
$$N * 40.7 = 0.4 * 35.5$$
$$N = \frac{0.4 * 35.5}{40.7} = 0.348 \text{ N}$$



س 16 / تم معاملة نموذج في الفوسفات كتلته (0.68 g) لترسيب محتوى الفسفور كمياً على هيئة بابروفوسفات المغنيسيوم $Mg_2P_2O_4$ كتلتها 0.435 g احسب النسبة المئوية للفسفور علماً ان الكتل الذرية Mg = 24 P = 31 O = 16

الحل // $M_{Mg_2P_2O_4} = (2 * 74) + (31 * 2) + (16 * 4) = 48 + 62 + 64 = 174$ g/mol

$$G_{f_P} = \frac{a}{b} \times \frac{M_P\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{Mg_2P_2O_4}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{2}{1} \times \frac{31\frac{g}{mol}}{174\frac{g}{mol}} = 0.36$$



$$\%_P = \frac{G_f * M_{Mg_2P_2O_4}}{m_{\text{عينة}}} \times 100\%$$
$$= \frac{0.36 * 0.435}{0.68} * 100\%$$
$$= 23 \%$$

المفاهيم الأساسية

طرائق التحليل الوصفي (النوعي): هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى معرفة هوية مكون واحد او اكثر من مكونات مادة او مزيج من المواد و الأسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها بالبعض الأخر .

طرائق التحليل الكمي: هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى إيجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج

طرائق التحليل الوزني : هي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي الكمي تعتمد على عزل و قياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي تحوي المكون المراد تقديره بشكل نقي و كمي عن كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها

طرائق التطاير : هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على إزاحة المكون المتطاير الموجود في العينة و من ثم إيجاد كتلته بطريقة مباشرة او بطريقة غير مباشرة .

طرائق الترسيب : هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تحويل المكون المراد تقديره في العينة الى مركب نقي ومستقر كيميائياً ذو صيغة كيميائية معلومة قابلة للوزن عن طريق تفاعلات الترسيب .

المعامل الوزني Gravimetric Factor : هو النسبة بين الكتلة المولية المراد تقديرها الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) على شرط ان تحوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر (او جزيئات المكون) المراد تقديره .

التسحيح Titration : هي عملية إضافة تدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في الدورق المخروطي (او بالعكس) و تستمر هذه الإضافة لحين الوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، ويكون الغاية منها هي إيجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة .

نقطة التكافؤ Equivalent Point: هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية و المادة المجهولة ، ويحدد موقعها عملياً (تجريبياً) بالاعتماد على استخدام احد الدلائل المناسبة

خطأ التسحيح : هو مقياس لمدى الأختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل المقاسة عملياً في عملية التسحيح

الدليل Indicator : هي مادة كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح و لاتشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

تفاعل التعادل Nutralization Reaction : هو تفاعل بين حامض و قاعدة يكون ناتجه ملح و غالباً ما يتضمن التفاعل ايضاً اتحاد ايونات الهيدروجين و ايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء .

تفاعل الترسيب: هو تفاعل ينتج مادة صلبة غير ذائبة (راسب)

تفاعل تأكسد و اختزال Redox Reaction : هو تفاعل يحدث فيه اكسدة واختزال للمواد المتفاعلة .

الملح Salt :هو مركب مكون من ايون موجب (عدا H^+) وايون سالب (عدا OH^- أو O^{2-})

الكتلة المكافئة Equivalent Mass : هي كمية المادة (كتلة المادة) التي تكافئ تماماً كمية ثابتة من مادة أخرى مثل 1.008 g من الهيدروجين او 17.008 g من جذر الهيدروكسيد او 8.000 g من الاوكسجين ، في تفاعل معين ، والكتلة المكافئة للمادة هي كمية غير ثابتة قد تتغير مع نوع التفاعل الذي تشترك فيه

حل اسئلة الفصل السادس

س1 // تم حله في الملزمة ص 3

س2 // عدد الأيونات الموجبة المصنفة ضمن المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها ثم بين كيف يمكن فصل ايون النحاس عن ايون الحديديك عند وجودهما في نفس المحلول .

الحل // تتضمن المجموعة الثانية الأيونات الأتية :-

ايون الزئبق Hg^{+2} و ايون النحاس Cu^{+2} و ايون البرموث Bi^{+3} و ايون الكادميوم Cd^{+2} و ايون الرصاص Pb^{+2} و ايون القصدير Sn^{+2} و ايون الزرنيخ As^{+3} و ايون الأنتيمون Sb^{+2} و العامل المرسب لجميع تلك الأيونات هو غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يمرر على المحلول المحمض بحامض الهيدروكلوريك المخفف لتلك الأيونات حيث تترسب جميعها في هيئة كبريتيدات تلك العناصر .

اما فصل ايون النحاس Cu^{+2} عن ايون الحديد الثلاثي فيتم بأمرار غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S على المحلول المحمض لهذين الأيونين بحامض الهيدروكلوريك Hcl حيث يترسب النحاس على هيئة CuS بينما لا يترسب ايون Fe^{+3} (لأنه من ايونات المجموعة الثالثة A)

وبعد ذلك يفصل راسب كبريتيد النحاس على المحلول بعملية الترشيح كما في المعادلة :

$$Cu^{+2} + H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{Hcl} CuS\downarrow + 2H^+$$

(CuS راسب)

س3 // اكمل التفاعلات التالية مع ذكر صفات النواتج في كل مما يأتي :-

$$PbCl_2 \xrightarrow{\text{ماء مغلي و } K_2CrO_4}$$

$$AgCl \xrightarrow{NH_3} \quad \xrightarrow{HNO_3}$$

$$Hg_2^{+2} \xrightarrow{\text{مخفف } Hcl} \quad \xrightarrow{NH_3} \quad \xrightarrow{\text{ماء ملكي}} \quad \xrightarrow{SnCl_2} \quad \xrightarrow{SnCl_2}$$

الحل //

$$PbCl_2 \xrightarrow[\text{ماء مغلي}]{K_2CrO_4} PbCrO_4\downarrow$$

($PbCrO_4$ راسب اصفر)

$$AgCl \xrightarrow{NH_3} [Ag(NH_3)_2]Cl \xrightarrow{HNO_3} AgCl\downarrow$$

($AgCl$ راسب ابيض)

$$Hg_2^{+2} \xrightarrow{\text{مخفف } Hcl} Hg_2Cl_2\downarrow \xrightarrow{NH_3} Hg(NH_2)Cl\downarrow + Hg\downarrow \xrightarrow{\text{ماء ملكي}} HgCl_2 \xrightarrow{SnCl_2} Hg_2Cl_2\downarrow \xrightarrow{SnCl_2} 2Hg\downarrow$$

(Hg_2Cl_2 راسب ابيض ، $Hg(NH_2)Cl$ راسب ابيض ، Hg راسب اسود ، Hg_2Cl_2 راسب ابيض ، $2Hg$ راسب اسود)

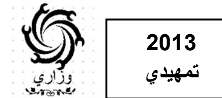
س4// كيف يمكن الفصل بين ايوني Hg_2^{+2} و Hg^{+2} ؟

الحل //

وذلك بأضافة محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف حيث يتفاعل مع ايون الزئبق (I) مكوناً راسباً ابيض من كلوريد الزئبق (I) كما مبين في المعادلة الأتية :-

$$Hg_2^{+2} \xrightarrow[\text{المخفف}]{HCl} Hg_2Cl_2\downarrow$$

راسب ابيض



و لا يتفاعل ايون الزئبق (II) مع الحامض و لذلك يبقى ذائباً في المحلول و يفصل لراسب الناتج عن المحلول بطريقة الترشيح و بذلك تتحقق عملية الفصل المطلوبة .

س5 // اكمل الفراغات التالية :-

1) ايون Cr^{+3} يصنف ضمن الايونات الموجبة للمجموعة **الثالثة A** و يترسب عند إضافة **NH_4OH** و **NH_4Cl** .

2) العامل المرسب للأيونات الموجبة في المجموعة الرابعة هو **$(NH_4)_2CO_3$** بوجود العوامل المساعدة **NH_4OH** و **NH_4Cl** .

3) محلول من $Al_2(SO_4)_3$ عياريته 0.3 N فأن مولاريته **0.05** .

$n_{Al_2(SO_4)_3}$ = عدد الأيونات الموجبة * تكافؤها = 2 * 3 = 6

$$N = M\,\eta \qquad M = \frac{0.3}{6} = 0.05\ M$$

4) محلول من مركب مولاريته 0.2 M وعياريته 1 eq/L فأن قيمة n = **5 eq/ mol**

$$N = M\,.\,\eta$$

$$\eta = \frac{N}{M} = \frac{1}{0.2} = 5\ eq/mol$$

5) عند حرق 5.7 mg من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عملية احتراقه التام 15.675mg من غاز CO_2 فأن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب **25%** .

$$m_{CO} = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$$

$$m_C = 15.675 * \frac{12}{44}$$

$$m_C = 4.28\ mg$$

$$\% = \frac{m_C}{m_{\text{عينة}}} * 100\ \%$$

$$= \frac{4.28}{5.7} * 100\ \%$$

$$= 75\ \%$$

بما ان المركب هيدروكاربوني و الحرق تام

% 100 = % C + % H

% H = 100 % - % 75   % H = 25 %

س6// كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 اللازمة لترسيب 1.67 g من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ ؟ $M_{KIO_3} = 214\left(\frac{g}{mol}\right)$ و $M_{Pb(IO_3)_2} = 557\left(\frac{g}{mol}\right)$

الحل //

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{KIO_3}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{Pb(IO_3)_2}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{2}{1} \times \frac{214\,\frac{g}{mol}}{557\,\frac{g}{mol}} = 0.768$$

$$m_{KIO_3}(g) = m_{Pb(IO_3)_2}(g) \times G_f$$

$$m_{KIO_3}(g) = 1.67\ (g) \times 0.768 = 1.283\ g$$

س7// عند حرق 5.7 mg من مركب عضوي نتج 14.4 mg من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و 2.5 mg من بخار الماء . احسب النسبة المئوية للكاربون و الهيديروجين في المركب ؟

الحل // تحسب كتلة الكاربون من كتلة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون المتحرر في هذا المركب :

$$m_C = m_{CO_2} \times \frac{M_C\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{CO_2}\left(\frac{g}{mol}\right)}$$

$$m_C = 14.4\ (mg) \times \frac{12\left(\frac{g}{mol}\right)}{44\left(\frac{g}{mol}\right)} = 3.94\ mg$$

$$\%\ C = \frac{m_C}{m_{CO_2}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.94\ (mg)}{5.7\ (mg)} \times 100\ \% = 68.9\ \%$$

كما يمكن حساب كتلة الهيدروجين في المركب من كتلة بخار الماء المتحرر للهيدروجين في الماء :

$$m_H\ (mg) = m_{H_2O} \times \frac{M_{H_2}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{H_2O}\left(\frac{g}{mol}\right)}$$

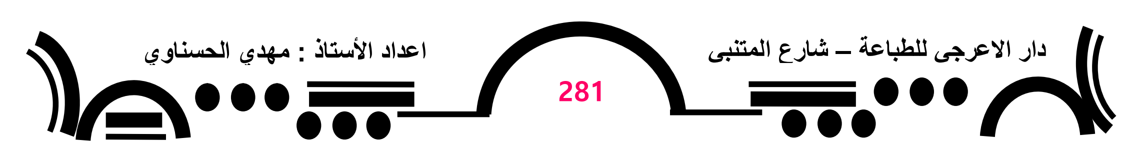
$$m_H\ (mg) = 2.5\ (mg) \times \frac{2\left(\frac{g}{mol}\right)}{18\left(\frac{g}{mol}\right)}$$

$$m_H\ (mg) = 0.28\ mg$$

$$\%\ H = \frac{m_H}{m_{H_2O}} \times 100\ \%$$

$$\%\ H = \frac{0.26}{5.7} \times 100\ \%$$

$$= 4.9\ \%$$



س8// ما هي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟ اذا علمت أن 36.7 ml من محلول هذا الحامض تكافئ 43.2 ml من محلول 0.236 M هيدروكسيد الصوديوم ؟

الحل //

مادتين (تسحيح) و التركيز مولاري

$$M \cdot V_{HCl} = M \cdot V_{NaOH}$$

$$M * 36.7 = 0.236 * 43.2$$

$$M = \frac{0.236 \times 43.2}{36.7} = 0.278\ M$$

س9// ماهي مولارية و عيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المحضر بإذابة 9.5 g من هذه المادة في 2L من المحلول و المستعمل في تفاعل حامض – قاعدة ؟

الحل //

بما أن مادو واحدة ($Ba(OH)_2$) و التركيز المطلوب M و N

∴ نستخدم العلاقة

$M_{Ba(OH)_2}$ = 171 g / mol

$\eta_{b\,Ba(OH)_2}$ = عدد (OH^-) = 2 eq / mol

$$m = M \cdot V \cdot M$$

$$9.5\ g = M \times 2L \times 171$$

$$M = \frac{9.5}{2 \times 171} = 0.025\ M$$

$$N = M \cdot \eta_b$$

$$= 0.025 * 2 = 0.055\ N$$

س10 // ماتركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من :

أ) مزج 10 ml من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 10 ml من الماء المقطر ؟

ب) مزج 10 ml من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 10 ml من محلول 0.3 كلوريد الصوديوم ؟

الحل //

أ) (مادة واحدة مضاف لها ماء) ∴ تخفيف

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0.15 \times 10\ ml = M_2 \times (10 \times 10)\ ml$$

$$1.5 = M_2 \times 20$$

$$M_2 = 0.075\ M$$

ب) مزج كميتان من الملح NaCl

$$[\,NaCl\,] = \frac{\text{كمية الملح المضافة+كمية الملح الاولى}}{\text{الحجم الكلي}}$$

$$M = \frac{M.V + M.V}{V_T}$$

$$M = \frac{0.15 \times 10 + 0.3 \times 10}{20\ ml}$$

$$M = \frac{4.5\ mmol}{20 ml} = 0.225\ mmol / ml = 0.225\ M$$

س11 // ماحجم محلول برمنكنات البوتاسيوم الذي تركيزه 0.2 M اللازم لتسحيح (تفاعل تأكسد و اختزال) 40 ml من محلول 0.1 M كبريتات الحديد (II) في محيط حامضي ؟

معادلة تفاعل التسحيح هي :

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

الحل // مادتين (تسحيح) و تركيز مولاري

$$\frac{10}{2} FeSO_4 + \frac{2}{2} KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

بما أن التراكيز مولارية

∴ تحتاج لأخذ المولات من المعادلة الموزونة مع قسمة مولات المادتين على المولات الأقل لتصفير الأرقام

$$\frac{10}{2} \times m\,mol\,(KMnO_4) = m\,mol\,(FeSO_4) \times \frac{2}{2}$$

$$5 \times (M \cdot V)_{KMnO_4} = M \cdot V_{FeSO_4}$$

$$5 \times 0.2 \times V = 0.1 \times 40$$

$$V_{(KMnO_4)} = \frac{0.1 \times 40}{5 \times 0.2}$$

$$V = 4\ ml$$

س12 // اختر الجواب الصحيح في كل مما يأتي :

1 – قيمة η لملح كبريتات الحديد (III) $Fe_2(SO_4)_3$ المستعمل في تفاعل ترسيب ايون الرصاص هي :

أ) 4 eq / mol .
ب) 5 eq / mol .
ج) 6 eq / mol .

2 – يمكن فصل ايون Cu^{+2} عن ايون Zn^{+2} و ذلك بإضافة :

أ) حامض HCl المخفف .
ب) امرار غاز H_2S بوجود NH_4OH و NH_4Cl في المحلول .
ج) امرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف في المحلول .

وزاري
2013
دور ثاني

3 – المعامل الوزني للألمنيوم في Al_2O_3 يساوي :

أ) 0.265 .
ب) 0.529 .
ج) 1.059 .

4 – النسبة المئوية لمبيد الحشرات (DDT) $C_{14}H_9Cl_5$ في عينة غير نقية منه ، تم تحليل 0.74 g منها وزنيا لتعطي 0.253 g من AgCl هي :

أ) %17 .
ب) %19 .
ج) %21 .

5 – تدعي الطريقة الوزنية المعتمدة على تسخين أو حرق كتلة معينة من عينة في جو من الهواء المفتوح ثم ايجاد كتلة المكون المتطاير من الفرق الحاصل في كتلة العينة بـ :

أ) طريقة التطاير المباشرة .

ب) طريقة التطاير غير المباشرة .

ج) طريقة الترسيب .

6 – في عمليات التحليل الوزني المعتمد على تفاعلات الترسيب :

أ) يفضل أن يتم الحصول على راسب بشكل عالق غروي .

ب) يفضل ان يتم الحلصول على راسب متبلور .

ج) لا يهم نوع الراسب الذي يتم الحصول عليه .

7 – تمثل النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية على شرط ان تحتوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر (أو جزيات المكون) المراد تقديره :

أ) صيغة الترسيب .

ب) الصيغة الوزنية .

ج) بالمعامل الوزني .

8 – تعرف كتلة المادة التي تنتج أو تستهلك مول واحد من المكون الفعال بـ :

أ) الكتلة المكافئة .

ب) الكتلة المولية .

ج) الكتلة القياسية .

9 – عيارية المحلول الناتج من اذابة 13 g من العامل المؤكسد $K_2Cr_2O_7$ في 500 ml من الماء النقي هي :

أ) 0.53 mole / L

ب) 0.53 eq / L

ج) 3.18 eq / L

10 – الأداة الزجاجية التي تستعمل لقياس حجم المحلول بشكل مضبوط عند تحضيره هي :

أ) السحاحة .

ب) الدورق الحجمي .

ج) الماصة .

الحل //

1) – (جـ) (6 eq / mol)

Fe_2SO_4

η_b = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها

$\eta_b = 3 \times 2 = 6$

2) – (جـ)

امرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف في المحلول

3) – (ب)

$$G_f = \frac{2}{1} \times \frac{27}{102} = 0.529 \quad \Leftarrow \quad G_f = \frac{2}{1} \times \frac{M_{Al}}{M_{Al_2O_3}}$$

4) – (أ)

$$G_f = \frac{1}{5} \times \frac{354.5}{143.5} = 0.494$$

$$m_{DDT} = 0.253 \times 0.494 = 0.125$$

$$\% = \frac{0.125}{0.74} \times 100 = 17\ \%$$

5) – (ب)

طريقة التطاير غير المباشرة

6) – (ب)

الترسيب الاتي

7) – (جـ)

المعامل الوزني

8) – (أ)

الكتلة المكافئة

9) – (ب)

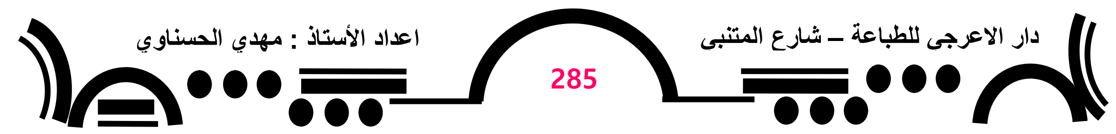
$K^{+1}{}_2Cr^{+12}{}_2O^{-2}{}_7 \quad \therefore \quad Cr^{6+}$

$m = N . V . EM$

$$N = \frac{13}{0.5 \times \frac{294}{6}} = 0.53\ eq / L$$

10) – (ب)

الدورق الحجمي



س13// احسب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ (M = 368 g/mole) في $Mg_2P_2O_7$ (M = 222 g/mole)

الحل //

يمكن حساب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ في $Mg_2P_2O_7$ وذلك حسب العلاقة الاتية :



2013
دور اول

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Na_5P_3O_{10}}}{M_{Mg_2P_2O_7}}$$

$$G_f = \frac{2}{3} \times \frac{368\ (\frac{g}{mol})}{222\ (\frac{g}{mol})} = 1.105$$

س14 // تمت معاير 50 mL من محلول حامض HIO_3 (M = 176 g / mole) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.145 N ، فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 45.8 mL احسب :

أ- التركيز العياري لحامض HIO_3 .

ب- ما هي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الاتي .

$$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2O$$

الحل // مادتين (تسحيح) والتركيز نورمالي (N) ∴ لا نحتاج لمعادلة

أ)

2013

$$meq_{(HIO_3)} = meq_{(NaOH)}$$

$$N \cdot V_{(HIO_3)} = N \cdot V_{(NaOH)}$$

$$N \times 50 = 0.145 \times 45.8$$

$$N = \frac{0.145 \times 45.8}{50}$$

$$= 0.13\ N$$

ب) المطلوب ايجاد عيارية HIO_3 في التفاعل التالي بأستخدام نفس التركيز المستخدم في الفرع (أ) .

$$N = M \cdot n_b$$

$$M = \frac{N}{n_b} = \frac{0.13}{1} = 0.13\ M$$

نستخدم نفس التركيز المولاري و لكن الجزء الفعال يختلف حيث يأخذ من المعادلة .

$$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2$$

$$n_b = 4$$

$$N = M \cdot n_b$$

$$= 0.13 * 4 = 0.25\ N$$

حل أخر

$$(\frac{N}{n_b})_{أ} = (\frac{N}{n_b})_{ب}$$

$$\frac{0.13}{1} = \frac{N}{4}$$

$$N = 0.13 * 4 = 0.25\ N$$

س15 // لمعايرة محلول NaOH وايجاد تركيزه بشكل مظبوط ، تم تسحيح 25 mL منه مه محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز 0.08 M وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو 47.1 mL . احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ، ثم جد عدد غرامات NaOH المذابة في 500 mL من هذا المحلول.

الحل // مادتين (تسحيح) والتركيز مولاري



2015
دور ثالث

$M = 40\ g / mol$

$$2M \cdot V_{H_2SO_4} = M \cdot V_{NaOH}$$

$$2 * 0.08 * 47.1 = M * 25$$

$$M = \frac{0.16 * 47.1}{25} = 0.3\ M$$

$$m = M \cdot V \cdot M$$

$$= 0.3 * \frac{500}{1000} * 40$$

$$= 6\ g$$

س16 // تم تحليل احد هاليدات الباريوم $BaX_2 . 2H_2O$ (حيث ان × تعني هالوجين) بطريقة وزنية وذلك بأذابة 0.266 g من هذا الملح في 200 mL من الماء واضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك H_2SO_4 لاتمام ترسيب الباريوم Ba (M = 137 g / mole) على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M = 233 g/mole) فأذا علمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي 0.254 g ، ما نوع الهالوجين الذي تمثله × في ملح الباريوم ؟

الحل // $BaX_2.2H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2HCl + 2H_2O$

نلاحظ من معادلة الترسيب ان مول واحد من هاليد الباريوم يرسب مول واحد من $BaSO_4$

$$n_{BaX_2.2H_2O} = n_{BaSO_4}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{m}{M}$$

$$\frac{0.266}{M_{Ba\,x\,2.2H_2O}} = \frac{0.254}{233}$$

$$M = \frac{0.266 \times 233}{0.254}$$

$$M_{BaX_2.2H_2O} = 244\ g / mol$$

$$[\ Ba + 2X + 2\ (\ H_2O\ )\ ] = 244\ g / mol$$

$$137.4 + 2X + 2 * 18 = 244$$

$$MX = 35.5\ g / mol$$

∴ الهالوجين هو الكلور .

س17// عند اذابة 0.5 g من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI (M = 150 g / mol) في الماء و اضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام ، تم الحصول على 0.744 g من يوديد الفضة AgI (M = 235 g / mol) احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي .

الحل //

وزاري

2013 دور ثالث
2014 تمهيدي
2016 دور اول

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{NaI}\left(\frac{g}{mol}\right)}{M_{AgI}\left(\frac{g}{mol}\right)} = \frac{1}{1} \times \frac{150\frac{g}{mol}}{235\frac{g}{mol}} = 0.638$$

$$m_{NaI}\,(g) = G_f \times m_{AgI}\,(g)$$

$$= 0.638 \times 0.744\ g = 0.475\ g$$

$$\%\ NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{\text{الملح غير النقي}}} \times 100\%$$

$$\frac{0.475}{0.5} \times 100 = 95\ \%$$

س 18 // اذيب 4.29 g من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3XH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى (250 ml) فاذا علمت ان 25 ml من المحلول الأخير يحتاج الى 15 ml من محلول HCl عياريته 0.2 N لمكافئته . ما عدد جزيئات الماء (X) في الصيغة الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية .

$$m\ Eq_{Na_2CO_3XH_2O} = m\ Eq_{HCl}$$

$$N . V = N . V$$

$$N * 25 = 0.2 * 15$$

$$N = \frac{0.2*15}{25} = 0.12\ N$$

$$m = N . V . EM$$

$$4.29 = 0.12 * \frac{250}{1000} * EM$$

$$EM = 143\ g / mol$$

عدد ذرات الفلز * تكافؤه = ɳ الايتا

$$= 2 * 1 = 2eq / mol$$

$$EM = \frac{M}{ɳ}$$

$$M = 143 * 2 = 286\ g / mol$$

$$288 = (2 * 23) + 12 + (3 * 16 + 18 X$$

$$18 X = 286 – 106$$

$$18 X = 180$$

$$X = \frac{180}{18} = 10 \qquad Na_2CO_3.10H_2O$$

س19 // احسب الكتلة المكافئة وعيارية محلول تركيزه 6.0 M من حامض الفسفوريك H_3PO_4 (M = 98 g / mol) عند اشتراك هذه المادة في التفاعلات الأتية :

أ) $H_3PO_{4(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \longleftrightarrow PO^{-3}_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$

ب) $H_3PO_{4(aq)} + 2NH_{3(aq)} \longleftrightarrow HPO_4^{-2}{}_{(aq)} + 2NH^+_{4(aq)}$

ج) $H_3PO_{4(aq)} + F^-_{(aq)} \longleftrightarrow H_2PO_4^- + HF_{(aq)}$

الحل //

أ) $H_3PO_{4(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \longleftrightarrow PO^{-3}_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$

$\eta = 3$

$$EM\ (eq/mol) = \frac{M\ (\frac{g}{mol})}{\eta\ (\frac{eq}{mol})} = \frac{98\ (\frac{g}{mol})}{3\ (\frac{eq}{mol})} = 32.7\ g/eq$$

و يمكن لذلك حساب عيارية المحلول كالأتي :

$N = \eta\ M$

$= 3\ eq/mol \times 6\ mol/L = 18\ eq/L$

ب) $H_3PO_{4(aq)} + 2NH_{3(aq)} \longleftrightarrow HPO_4^{-2}{}_{(aq)} + 2NH^+_{4(aq)}$

$\eta = 2$

$$EM\ (eq/mol) = \frac{M\ (\frac{g}{mol})}{\eta\ (\frac{eq}{mol})} = \frac{98\ (\frac{g}{mol})}{2\ (\frac{eq}{mol})} = 49\ g/eq$$

ويمكن لذلك حساب عيارية المحلول كالأتي :

$N = \eta\ M$

$= 2\ eq/mol \times 6\ mol/L = 12\ eq/L$

ج) $H_3PO_{4(aq)} + F^-_{(aq)} \longleftrightarrow H_2PO_4^- + HF_{(aq)}$

$\eta = 1$

$$EM\ (eq/mol) = \frac{M\ (\frac{g}{mol})}{\eta\ (\frac{eq}{mol})} = \frac{98\ (\frac{g}{mol})}{1\ (\frac{eq}{mol})} = 98\ g/eq$$

ويمكن لذلك حساب عيارية المحلول كالأتي :

$N = \eta\ M$

$= 1\ eq/mol \times 6\ mol/L = 6\ eq/L$

س20 //أذيب 2.5 g من كاربونات فلز ثنائي نقية $M\ CO_3$ (حيث ان M تمثل فلز) في 100 ml من محلول حامضي تركيزه 0.6 N . و بعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول النتاج يحتاج الى اضافة 50 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.2 N لمعادلته . احسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته .

الحل // من معطيات السؤال يلاحظ ان خليط الحامض و كاربونات الفلز يحتاج الى اضافة هيدروكسيد الصوديوم (قاعدة) .

∴ كمية الحامض = كمية الكاربونات + كمية القاعدة

عدد مكافئات الحامض = عدد مكافئات كاربونات الفلز + عدد مكافئات هيدروكسيد الصوديوم



2013 دور ثاني
2014 دور ثالث
2016 تمهيدي

$$meq(NaOH) + meq(MCO_3) = meq(acid)$$

$$N \cdot V_{NaOH} + \left(\frac{m}{Em}\right)_{MCO_3} = N \cdot V_{(acid)}$$

$$0.2 * \frac{50}{1000} + \frac{m}{EM} = 0.6 * \frac{100}{1000}$$

$$0.2 * \frac{50}{1000} + \frac{2.5}{EM} = 0.06$$

$$EM = 50\ g / eq$$

كاربونات الفلز MCO_3 ملح يتفاعل مع الحامض و يستبدل الفلز الثنائي التكافؤ M^{+2} بأيوني H^+

$$MCO_3 + 2H^+ \longrightarrow M^{+2} + H_2CO_3$$

$$\therefore \eta_{\text{للكاربونات}} = 2\ eq / mol$$

$$EM = \frac{M}{\eta} \Rightarrow 50 = \frac{M}{2} \Rightarrow M = 100\ g / mol$$

$$M\ (\ MCO_3\ ) = 100\ g / mol$$

$$M + 12 + 3 * 16 = 100$$

$$M = 40\ g / mol$$

∴ الفلز هو Ca

س21 //

اضيف 20 mL من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه 0.3 N الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ (M = 158 g / mole) حسب التفاعل الاتي:

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longleftrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

حيث استهلك 25 mL من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل . احسب :

أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$

ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في 1L من هذا المحلول .

الحل //

أ) من منطوق السؤال

كمية اليود المتحررة = كمية برمنكنات البوتاسيوم المضافة ومن عملية التسحيح ((عند نقطة نهاية التفاعل))

كمية اليود = كمية ثايوكبريتات الصوديوم المستهلكة في التسحيح لذلك يمكن استنتاج :

كمية برمنكنات البوتاسيوم المضافة = كمية ثايو كبريتات الصوديوم المستهلكة في التسحيح

عدد ملئ مكافات $Na_2S_2O_3$ = عدد ملئ مكافات I_2

$$N_{I_2} (meq / ml) \times V_{I_2} (ml) = N_{Na_2S_2O_3} (meq / ml) \times V_{Na_2S_2O_3} (ml)$$

$$N_{Na_2S_2O_3} = \frac{N_{I_2}\left(\frac{meq}{ml}\right) \times V_{I_2}\ (ml)}{V_{Na_2S_2O_3}}$$

$$= \frac{0.3\left(\frac{meq}{ml}\right) \times 20\ (ml)}{25 (ml)} = 0.24\ meq / ml$$

$$= 0.24\ eq / L$$

وزاري 2013 دور اول

ب) لحساب عدد غرامات $Na_2S_2O_3$ المذابة في لتر من المحلول تطبق العلاقة التي تربط بين التركيز العيارية والكتلة وحجم المحلول (قانون العيارية) كالاتي :

$$m (g) = N_{(eq / L)} \times V_{(L)} \times EM (g / eq)$$

لأجل تطبيق تلك العلاقة ، ينبغي ايجاد الكتلة المكافئة للمركب $Na_2S_2O_3$ حيث تسلك تلك المادة في عملية التسحيح تلك سلوك عامل مختزل اذا تفقد كل جزيئة منها الكترون واحد لذلك تكون قيمه .

$$\eta = 1 (eq / mol)$$

$$EM_{Na_2S_2O_3} (g / eq) = \frac{M (g / mol)}{\eta (eq / mol)}$$

$$= \frac{158 (g / \cancel{mol})}{1 (eq / \cancel{mol})}$$

$$= 158\ g / eq$$

$$m_{Na_2S_2O_3} = 0.24\ \cancel{eq} / \cancel{L} \times 1\cancel{L} \times 158\ g / \cancel{eq}$$

$$= 37.92\ g$$

س 22 / ماكتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M = 233 g/mol) التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ (M = 208 g/mol) مع 100 ml من حامض الكبريتيك (98 g/mol) علماً ان 20 ml من نفس الحامض تحتاج الى (16 ml) من NaOH تركيزها (0.10 M) لمعادلته .

الحل //

$$m\,mol_{H_2SO_4} = m\,mol_{NaOH} * \frac{1}{2}$$

$$M . V = M . V * \frac{1}{2}$$

$$M * 20 = 0.1 * 16 * \frac{1}{2}$$

$$M = 0.04\ M$$

نحسب مولات H_2SO_4

$$n = M . V$$

$$= 0.04 * \frac{100}{1000}$$

$$= 0.004\ mol$$

معادلة الترسيب

$$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2HCl$$

نلاحظ من المعادلة ان مول واحد من الحامض يرسب مول واحد من $BaSO_4$

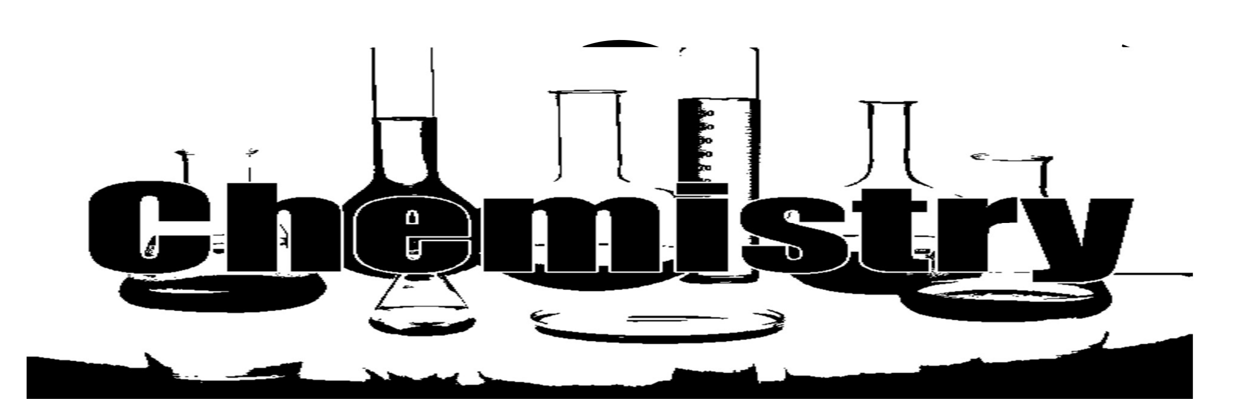
$$n_{H_2SO_4} = n_{BaSO_4}$$

$$n_{H_2SO_4} = \frac{m}{M} BaSO_4$$

$$0.004 = \frac{m}{233}$$

$$m = 0.932\ g$$





للصف السادس علمي
الفرع الاحيائي

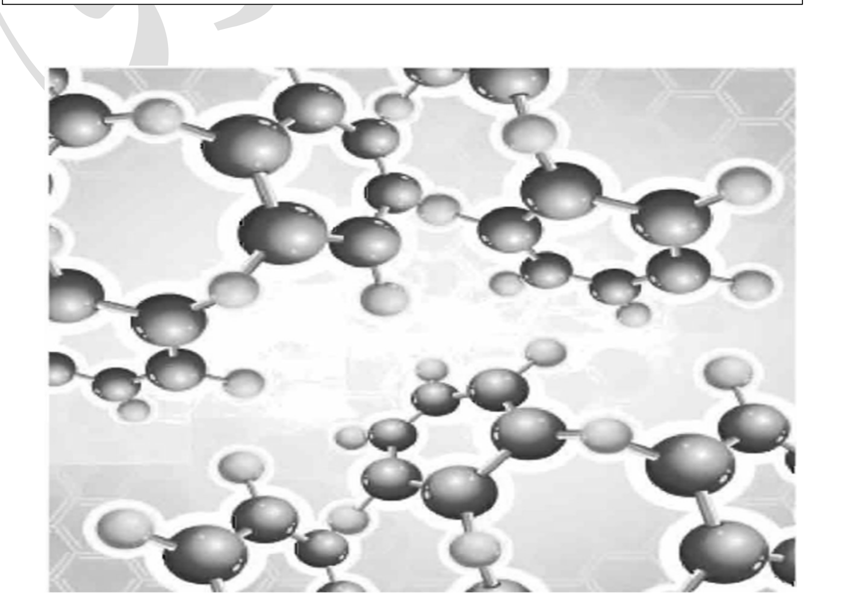
اعداد الأستاذ

مهدي الحسناوي

07807502408

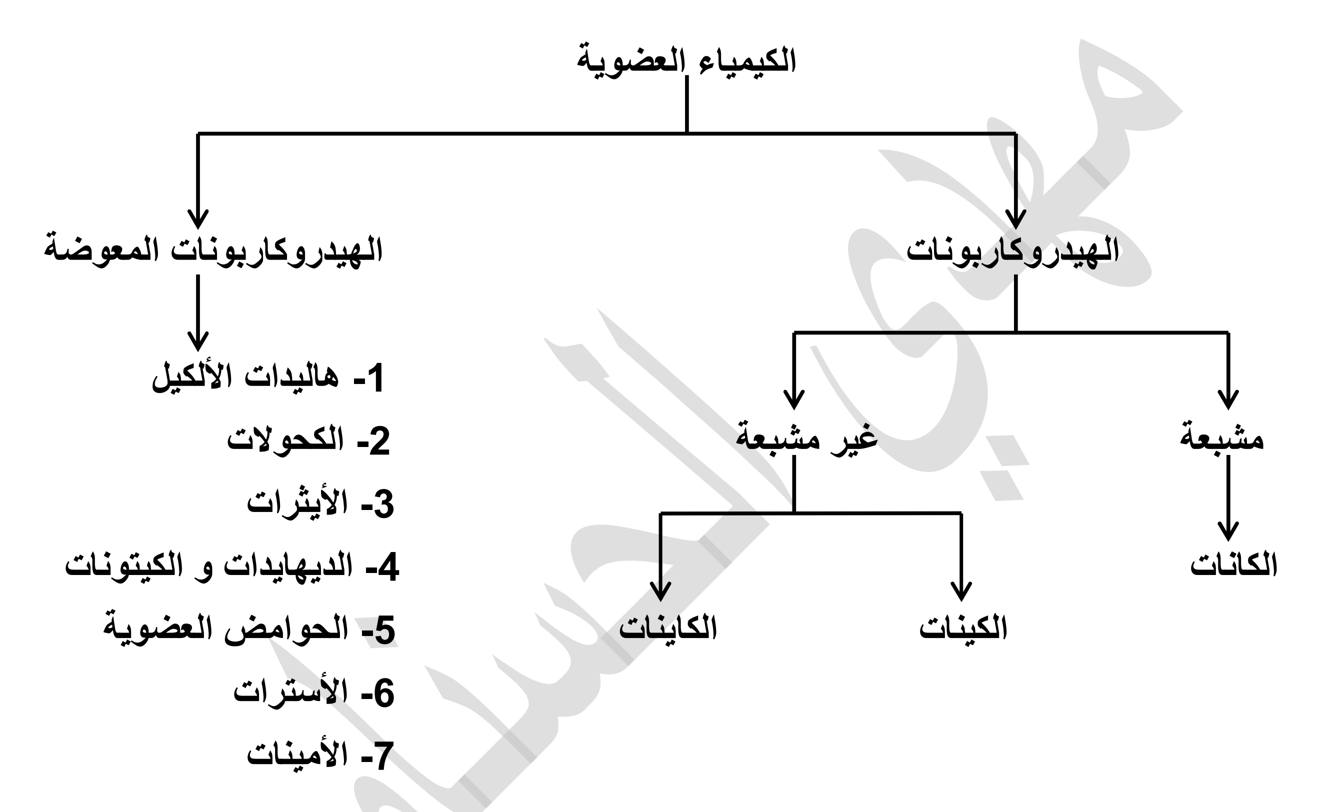


الفصل السابع
الكيمياء العضوية



الفصل السابع
الكيمياء العضوية

الكيمياء العضوية : هي فرع من فروع علم الكيمياء تهتم بدراسة مركبات الكاربون و الهيدروجين .



الهيدروكاربونات

1) الألكانات

هي مركبات عضوية تحتوي على كاربون و هيدروجين فقط و تكون جميع أواصرها مفردة قوية .

القانون العام C_nH_{2n+2}

الصيغة العامة R – H

(انتبه : الألكانات العشرة الأولى حفظ)

عدد ذرات الكاربون	المقطع اللاتيني	الكان (ان)	الكين (ين)	الكاين (اين)
C1	ميث	ميثان	-	-
C2	إيث	إيثان	إيثين	إيثاين
C3	بروب	بروبان	بروبين	بروباين
C4	بيوت	بيوتان	بيوتين	بيوتاين
C5	بنت	بنتان	بنتين	بنتاين
C6	هكس	هكسان	هكسين	هكساين
C7	هبت	هبتان	هبتين	هبتاين
C8	اوكت	اوكتان	اوكتين	اوكتاين
C9	نون	نونان	نونين	نوناين
C10	ديك	ديكان	ديكين	ديكاين

$^{1}CH_3 - ^{2}CH - ^{3}CH_3$

CH_3

2 - مثيل بروبان

$^{1}CH_3 - ^{2}CH_2 - ^{3}CH_2 - ^{4}CH_3$

بيوتان

CH_3

$^{1}CH_3 - ^{2}C - ^{3}CH_3$

CH_3

2 ، 2 – ثنائي مثل بروبان

$^{1}CH_3 - ^{2}CH_2 - ^{3}CH_2 - ^{4}CH_2 - ^{5}CH_3$

بنتان

$^{1}CH_3 - ^{2}CH_2 - ^{3}CH_2 - ^{4}CH_2 - ^{5}CH_2 - ^{6}CH_3$

هكسان

2) مجاميع الألكيل :- هي ألكانات فاقدة ذرة هيدروجين

القانون العام C_nH_{2n+1} الصيغة العامة R -

$CH_4 \xrightarrow{-H} CH_3 -$

ميثان مثيل

$CH_3 - CH_3 \xrightarrow{-H} CH_3 - CH_2 -$

ايثان اثيل

(2) (1) (1)

$CH_3 - CH_2 - CH_3 \xrightarrow{-H} CH_3 - CH_2 - CH_2 -$

بروبيل

(2) $CH_3 - CH - CH_3$

ايزوبروبيل

3) الكينات

هي مركبات عضوية تحتوي على كاربون وهيدروجين فقط وتكون غير مشبعة اي تحتوي على اصرة مزدوجة واحدة فقط

القانون العام C_nH_{2n}

الصيغة العامة $R - CH = CH_2$

$^{4}CH_3 - {}^{3}CH_2 - {}^{2}CH = {}^{1}CH_2$ 1- بيوتين	$CH_2 = CH_2$ ايثين اثيلين $CH_3 - CH = CH_2$ بروبين
$^{4}CH_3 - {}^{3}CH = {}^{2}CH - {}^{1}CH_3$ 2 – بيوتين	$^{3}CH_3 - {}^{2}C(CH_3) = {}^{1}CH_2$

4) الكاينات

هي مركبات عضوية تحتوي على كاربون وهيدروجين فقط وتكون غير مشبعة اي تحتوي على اصرة ثلاثية واحدة فقط .

القانون العام C_nH_{2n-2}

الصيغة العامة $R - C \equiv CH$

$CH_3 - CH_2 - C \equiv CH$ 1- بيوتاين	$CH \equiv CH$ ايثاين استيلين
$CH_3 - C \equiv C - CH_3$ 2- بيوتاين	

تمرين (7 – 1) اكتب جميع الصيغ التركيبية للمركب C_5H_{12} مع تسميتها ؟

C_5H_{12} (الكان)
بنتان

1) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ بنتان

2) $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$ 2- مثيل بيوتان

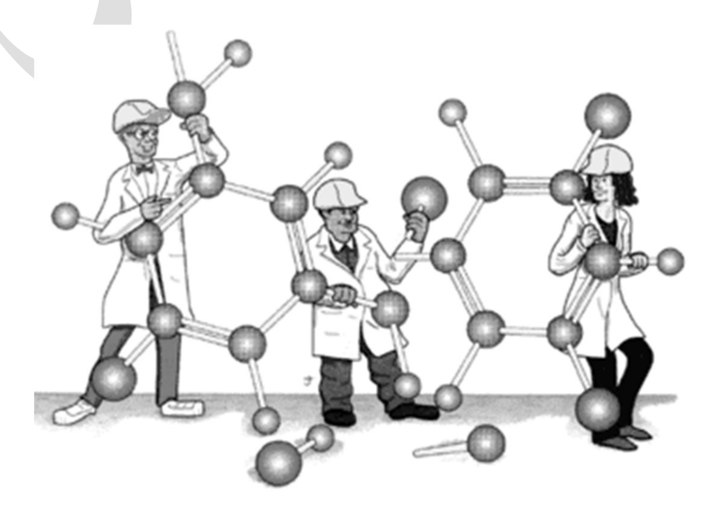
3) $CH_3 - C(CH_3)_2 - CH_3$ 2,2 – ثنائي مثيل بروبان

تمرين (7 – 2) اكتب اسماء المركبات التالية حسب نظام ايوباك (IVPAC) .

1) $CH_3 - CH(CH_3) - CH_3 - C \equiv C - CH_3$
(6) (5) (4) (3) (2) (1)
5 – مثيل – 2 – هكساين

2) $CH_3 - CH(CH_3) - CH = CH - CH(CH_3) - CH_3$
(6) (5) (4) (3) (2) (1)
2 , 5 – ثنائي مثيل – 3 – هكسين

3) $CH_3 - C(CH_3)_2 - CH_3$
(3) (2) (1)
2 , 2 – ثنائي مثيل بروبان



الهيدروكاربونات المعوضة

هي مركبات عضوية تحتوي على كاربون والهيدروجين وعنصر ثالث مثل ((هالوجين , اوكسجين , نتروجين)) .

وتقسم الى سبعة اقسام

اسم المركب	الصيغة العامة	المجموعة الفعالة (الوظيفية)	مقطع التسمية	القانون العام	مثال
هاليدات الألكيل	R – X X = (Cl,Br,I)	– X	يل	$C_2H_{2n+1}X$	CH_3Br بروميد المثيل
الكحولات	R – OH	– OH	ول	$C_nH_{2n+2}O$	$CH_3CH_2 – OH$ ايثانول
الأيثرات	R – O – Ŕ	– OŔ الكوكسيد	ايثر	$C_nH_{2n+2}O$	CH_3 – O– CH_3 ثنائي مثيل ايثر
الأنديهايدات	R – C(=O) – H	– C(=O) – الكاربونيل	آل	$C_nH_{2n}O$	CH_3 – C(=O) – H ايثانال
الكيتونات	R – C(=O) – Ŕ	– C(=O) – الكاربونيل	ون	$C_nH_{2n}O$	CH_3 – C(=O)– CH_3 ايثانال
الحوامض الكاربوكسيلية	R – C(=O) – OH	– C(=O) – O – H الكاربوكسيل	ويك	$C_nH_{2n}O_2$	CH_3 – C(=O)– OH
الأسترات	R – C(=O) – OŔ	– C(=O) – OŔ استر	وات + اسم الألكيل	$C_nH_{2n}O_2$	CH_3 –C(=O)– OCH
الأمينات	R – N(H) – H أولي R – N(H) – Ŕ ثانوي R – N(R̈) – Ŕ ثالثي	– NH_3	امين	$C_nH_{2n+3}N$	CH_3CH_2– NH_3 اثيل امين

1) هاليدات الألكيل R – X

مركبات عضوية ترتبط مجموعة الألكيل (R –) فيها بذرة هالوجين (X –) و تعتبر من مشتقات الألكانات لأنه تم استبدال ذرة هيدروجين في الألكان بذرة هالوجين صيغتها العامة (R – X) و قانونها العام $C_nH_{2n+1}X$ و المجموعة الفعالة (الوظيفية) فيها (C – X) .

A) تصنيف هاليدات الألكيل

1) هاليدات ألكيل أولية:- ترتبط فيها ذرة الهالوجين (X –) بذرة كاربون أولية لها ارتباط كاربوني واحد .

اولية $CH_3CH_2\underline{CH_2I}$ يوديد البروبيل الأولي	$CH_3CH\underline{CH_2Br}$ (فرع CH_3 على CH) أولية بروميد الأيزوبيوتيل	اولية $CH_3\underline{CH_2Cl}$ كلوريد الأثيل

2) هاليدات ألكيل ثانوية:- ترتبط فيها ذرة الهالوجين (X –) بذرة كاربون ثانوية لها ارتباطان كاربونيان .

$CH_3CH_2CH(Br) – CH_3$ بروميد البيوتيل الثانوي	$CH_3 – \underline{CHCl}$ (فرع CH_3) كلوريد البروبيل الثانوي

3) هاليدات ألكيل ثالثية:- ترتبط فيها ذرة الهالوجين (X–) بذرة كاربون ثالثية لها ثلاث ارتباطات كاربونية

$CH_3 – C(CH_3)_2 – Br$ (CH3 فوق وتحت ذرة C) بروميد اليوتيل الثالثي	

B) تسمية هاليدات الألكيل

1) التسمية النظامية :-

* يتم اختيار أطول سلسلة كاربونية مستمرة تحمل ذرة الهالوجين و ترقيمها بحيث تأخذ ذرة الكاربون الحاملة (X) أقل الأرقام .
* نكتب رقم الذرة الحاملة (X) ثم نكتب اسم الهالوجين مع وضع حرف (و) (برومو ، كلورو ، يودو) .
* نذكر اسم السلسلة الكاربونية .
* عند وجود اكثر من ذرة هالوجين نذكر حسب التسلسل الأبجدي (برومو – كلورو – يودو) .

أمثلة

Cl (على C2) $^{4}CH_3\ ^{3}CH_2\ ^{2}CH\ ^{1}CH_3$ 2- كلوروبيوتان	Br (فوق C2) $^{3}CH_3\ ^{2}C - ^{1}CH_3$ Br (تحت C2) 2,2- ثنائي برومو بروبان
Cl (على C3)، Br (على C2) $^{4}CH_3\ C^{3}H - ^{2}CH - ^{1}CH_3$ 2- برومو – 3 – كلوروبيوتان	CH (على C3) $^{4}CH_3\ ^{3}CH\ C^{2}H_2\ ^{1}CH_2 - Br$ 1- برومو – 3 – مثيل بيوتان

2) التسمية القديمة :- لفظة هاليد + مجموعة الالكيل .

كلوريد المثيل	CH_3Cl
كلوريد الأثيل	CH_3CH_2Cl
بروميد البروبيل الأولي	$CH_3CH_2CH_2Br$
بروميد الأيزوبروبيل	Br (على C الوسطى) $CH_3\ CH\ CH_3$
يوديد البيوتيل الأولي	$CH_3CH_2CH_2CH_2 - I$
يوديد البيوتيل الثانوي	I (على CH) $CH_3\ CH_2\ CH - CH_3$
بروميد البيوتيل الثالثي	CH_3 (فوق C) $CH_3\ C - Br$ CH_3 (تحت C)
كلوريد الأيزوبيوتيل	$CH_3\ CH_2\ CH_2\ Cl$ CH_3 (تحت C الثانية)

تمرين (7 – 3)

1) ارسم الصيغ لكل مما يأتي :-

أ 1,1 ثنائي كلورو ايثان ⟵ $CH_3 - CH(Cl) - Cl$

ب 2- برومو – 2 – يودو هكسان $CH_3CH_2 - CH_2 - CH_2 - C(Br)(I) - CH_3$

ج) 2 – يودو – 2 – مثيل بيوتان $CH_2 - CH_2 - C(CH_3)(I) - CH_3$

2) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي :-

أ $CHCl_3$ ثلاثي كلورو ميثان (كلوروفورم)

ب $CH_2(Br)CH(Cl) - CH_3$ 1- برومو – 2 – كلورو بروبان

C) تحضير هاليدات الالكيل

من اضافة هاليد الهيدروجين الى الالكين حيث تم الاضافة حسب قاعدة ماركوفينيكوف التي تنص :-

((عند اضافة الكاشف الغير متناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن ايون الهيدروجين (الايون الموجب) من الكاشف يهاجم ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً))

النيكلوفيل :- هو كاشف باحث عن النواة لانه غني بالالكترونات .

الالكتروفيل :- كاشف باحث عن الالكترونات لانه يمتلك اوربتال فارغ مهيأ لأستقبال مزدوج الكتروني .

امثلة //

$$CH_2 = CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3 - CH_2Br$$

اثيلين

(كاشف نيوكلوفيلي) (الكتروفيل) بروميد الاثيل

مثال / (الاضافة والميكانيكية)

$$CH_3CH = CH - CH_3 + H\,Cl \longrightarrow CH_3\,C^+H - CH_2\,CH_3$$

ايون كاربونيوم ثانوي

$$CH_3CH^+ - CH_2 - CH_3 + Cl^- \longrightarrow CH^3CH(Cl) - CH_2CH_3$$

(الكتروفيل) (نيكلوفيل) 2- كلورو بيوتان

مثال / ايون كاربونيوم ثانوي

$$CH_3 - CH = CH_2 + H\,Br \longrightarrow CH_3\,CH^+ - CH_3$$

$$CH_3CH^+ - CH_3 + Br^- \longrightarrow CH_3CH(Br) - CH_3$$

2 – برومو بروبان

تمرين (7 – 4) اكتب تفاعل اضافة HCl مرة الى 1- بيوتين واخرى الى 2 – بيوتين

2016 دور اول

تم الاضافة حسب قاعدة ماركونيكوف

$CH_3\ CH_2\ CH = CH_2 + H\ Cl \longrightarrow CH_3\ CH_2\ C^{+}H - CH_3$

(1- بيوتين)　　　　ايون كاربونيوم ثانوي

$CH_3\ CH_2\ CH^{+} - CH_3 + Cl^{-} \longrightarrow CH_3\ CH_2\ CH(Cl) - CH_3$

2- كلوروبيوتان

لا نحتاج الاضافة الى قاعدة

لان ذرات الهيدروجين متساوية

$CH_3CH = CH - CH_3 + H\ Cl \longrightarrow CH_3CH_2 - {}^{+}CH - CH_3$

ايون كاربونيوم ثانوي

$CH_3CH_2 - \overset{+}{C}H - CH_3 + Cl^{-} \longrightarrow CH_3CH_2 - CH(Cl) - CH_3$

2- كلورو بيوتان

تمرين (7 – 5) اكتب المعادلة الكيميائية التي تحقق التفاعلات الأتية :-

1) تحضير (2 – برومو بيوتان) من الكين مناسب ؟

2014 تمهيدي

1 – بيوتين ⟶ 2 – برومو بيوتان

(4 ذرات كاربون)　　(4 ذرات كاربون)

$CH_3CH_2CH = CH_2 + H\ Br \longrightarrow CH_3\ CH_2\ CH^{+} - CH_3$

1 – بيوتين　　　　ايون كاربونيوم ثانوي

$CH_3\ CH_2\ CH^{+} - CH_3 + Br^{-} \longrightarrow CH_3\ CH_2\ CH(Br) - CH_3$

2 – برومو بيوتان

2) اضافة حامض الهيدروكلوريك HCl الى (2 – مثيل بروبين) ؟

$CH_3\ C(CH_3) = CH_2 + H\ Cl \longrightarrow CH_3\ \overset{+}{C}(CH_3) - CH3$

2 – مثيل – بروبين　　　　ايون كاربيونيوم ثالثي

$CH_3 - \overset{+}{C}(CH_3) - CH_3 + Cl^{-} \longrightarrow CH_3 - C(CH_3)(Cl) - CH_3$

2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان

واجب

س
1) حضر 3 – كلوروبنتان من الكين مناسب .
2) اكتب تفاعل اضافة يوديد الهيدروجين الى 1 – بنتاين .

D) الخواص الفيزيائية

علل // هاليدات الألكيل لا تذوب في الماء و لكنها تذوب في المذيبات العضوية .
ج / لأنها لا تكون أواصر هيدروجينية مع الماء .
علل // ناتج اضافة HBr الى البروبين يكون 2 – بروموبروبان و ليس 1 – برومو بروبان
ج // لأنه عند اضافة HBr الى البروبين تتم الأضافة حسب قاعدة ماركو فينيكوف فيتكون ايون كاربونيوم اولي و آيون كاربونيوم ثانوي

$CH_3 - CH = CH_2 + H^+ \longrightarrow$

→ $CH_3 - CH^+ - CH_3$
ايون كاربونيوم ثانوي اكثر استقرار

→ $CH_3\ CH_2^+\ CH_2$
ايون كاربونيوم أولي اقل استقرار

لذا يكون آيون الكاربونيوم الثانوي الناتج الأكثر لأنه أكثر استقراراً

$CH_3 - CH^+ - CH_3 + Br^- \longrightarrow CH_3 - \underset{\underset{Br}{|}}{CH} - CH_3$

2 – برومو بروبان

E) الخواص الكيميائية

علل / تكون الأصرة بين ذرة الكاربون و ذرة الهالوجين في هاليدات الألكيل ذات صفة قطبية ؟
ج / بسبب الكهروسلبية العالية لذرة الهالوجين نسبة الى كهروسلبية ذرة الكاربون .

علل / تثار هاليدات الألكيل بكواشف نيكلوفيلية ؟
ج / لأنها كواشف الكتروفيلية .

F) تفاعلات هاليدات الألكيل

أ) تفاعل هاليدات الألكيل مع المحلول المائي لـ (KOH) لتكوين الكحولات

$$CH_3I + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3OH + KI$$

يوديد المثيل → ميثانول

$$CH_3CH_2Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3CH_2OH + KBr$$

بروميد الأثيل → ايثانول

ب) تفاعل هاليدات الألكيل مع (KOH) الكحولي لتكوين الألكينات

$$CH_3-CH_2Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5OH} CH_2=CH_2 + KBr + H_2O$$

بروميد الأثيل → اثيلين

$$CH_3CH_2CH_2-Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5OH} CH_3CH=CH_2 + KBr + H_2O$$

بروميد البروبيل → بروبين

ج) تفاعل هاليدات الألكيل مع فلز المغنيسيوم لتكوين كاشف كرينيارد

$$CH_3I + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3MgI$$

يوديد المثيل → يوديد مغنيسيوم المثيل (كاشف كرينيارد)

$$CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2MgBr$$

بروميد مغنيسيوم الاثيل (كاشف كرينيارد)

تمرين (7 – 6) وضح بالمعادلات الكيميائية ماذا يحدث عند مفاعلة :-

1) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في محلولها المائي مع 2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان

$$CH_3-\underset{Cl}{\overset{CH_3}{C}}-CH_3 + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3\underset{OH}{\overset{CH_3}{C}}-CH_3$$

2- كلورو -2- مثيل بروبان → كحول البيوتيل الثالثي

2) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH الكحولي مع 1 – برومو – 3 – اثيل بنتان

$$CH_3-CH_2-\underset{CH_3}{CH}CH_2CH_2-Br + KOH \xrightarrow{C_2H_5OH} CH_3CH_2\underset{CH_3}{CH}-CH_2=CH2$$

3 – مثيل – 1 – بنتين

2) الكحولات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة بذرة الكاربون المشبعة صيغتها العامة R – OH وقانونها العام $C_nH_{2n+2}O$ والمجموعة الفعالة فيها C – OH .

A) تصنيف الكحولات

1) كحولات أولية :- ترتبط فيها مجموعة (OH -) بذرة كاربون أولية

كحول البروبيل الاولي $CH_3CH_2CH_2OH$

2) كحولات ثانوية :- ترتبط فيها مجموعة (OH-) بذرة كاربون ثانوية

```
     OH
     |
CH3 – CH – CH3
```

كحول البروبيل الثانوي

3) كحولات ثالثية :- ترتبط فيها مجموعة (OH-) بذرة كاربون ثالثية .

```
     CH3
     |
CH3 – C – OH
     |
     CH3
```

كحول البيوتيل الثالثي

B) التسمية النظامية للكحولات

1) اختيار اطول سلسلة كاربونية تحتوي مجموعة الهيدروكسيل وترقيمها بحيث تأخذ مجموعة الهيدروكسيل اصغر الارقام .
2) نسمي السلسلة الكاربونية بأسم الالكان مع اضافة المقطع (ول)
3) يمكن تحديد رقم ونوع التفرعات والمجاميع ان وجدت .

امثلة

OH (على ذرة الكاربون 2) $_3CH_3\ _2CH\ –\ _1CH_3$ 2- بروبانول	$_3CH_3\ _2CH_2\ _1CH_2 – OH$ 1- بروبانول
CH_3 و CH_3 (على 2C) ، OH (على 3C) $^1CH_3 – {}^2C – {}^3CH – {}^4CH – {}^5CH_3$ CH_3 (على 4C) 4,2,2 – ثلاثي مثيل – 3 – بنتانول	$Cl – {}_3CH_2 – {}_2CH_2\ {}_1CH_2 – OH$ 3 – كلورو – 1 – بروبانول

تمرين (7 – 7)

أ) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي :-

$$CH_3 - \underset{\ \ \ \ CH_3\ (2)}{\overset{(3)\ CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}} - OH$$

2- مثيل – 2 – بروبانول

$$^{3}CH_3 - {^{2}}\underset{OH}{\underset{|}{CH}} - {^{1}}CH_3$$

2 – بروبانول

$$^{1}CH_3\ {^{2}}\overset{OH}{\overset{|}{CH}} - {^{3}}\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - {^{4}}CH_2\ {^{5}}CH_3$$

3 – مثيل – 2 – بنتانول

ب) اكتب الصيغة البنائية لكل مما يأتي :-

1) 2 – مثيل – 2 – هكسانول

$$CH_3 - \overset{OH}{\overset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}} - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$$

2) 2,2 – ثنائي مثيل – 1 – بيوتانول

$$CH_3 - CH_2 - \overset{CH_3}{\overset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}} - CH_2 - OH$$

3) 3 – مثيل – 3 – بنتانول

$$CH_3CH_2 - \overset{OH}{\overset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}} - CH_2CH_3$$

C) تحضير الكحولات

اضافة جزيء ماء الى الألكين بوجود حامض الكبريتيك المركز .

$$CH_3\ CH = CH_2 + HOH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3\ \overset{OH}{\overset{|}{CH}} - CH_3$$

1 – بروبين　　　　　　　　2 – بروبانول

ميكانيكية التفاعل

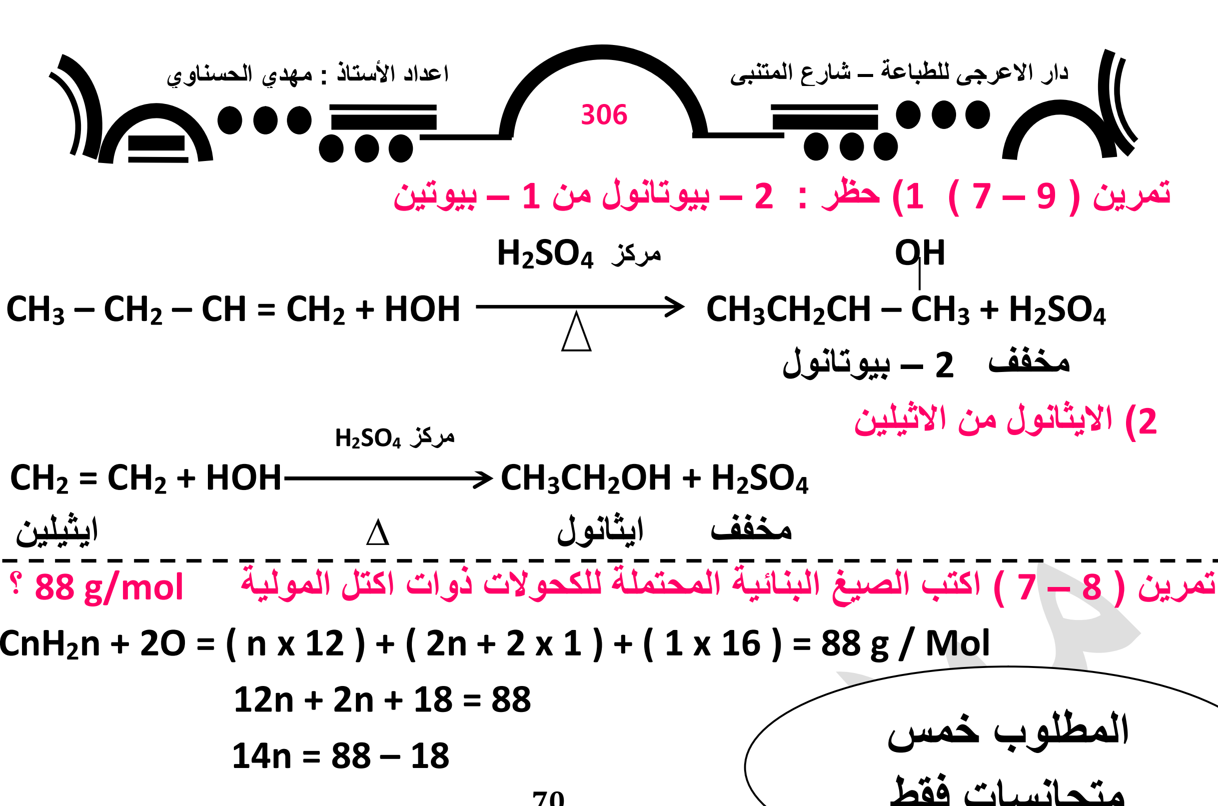
$$CH_3 - CH = CH_2 + \overset{+\ \ -}{HOSO_3H} \xrightarrow{\Delta} CH_3\overset{OSO_3H}{\overset{|}{CH}} - CH_3$$

بروبين　　　مركز　　　كبريتات البروبيل الهيدروجينية

$$CH_3\overset{OSO_3H}{\overset{|}{CH}} - CH_3 + HOH \xrightarrow{\Delta} CH_3\underset{OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3 + H_2SO_4$$

مخفف

1- بروبان



تمرين (9 – 7) 1) حظر : 2 – بيوتانول من 1 – بيوتين

$$CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HOH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4 \text{ مركز}} CH_3CH_2\underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{C}H}}-CH_3 + H_2SO_4$$

2 – بيوتانول   مخفف

2) الايثانول من الاثيلين

$$CH_2=CH_2 + HOH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4 \text{ مركز}} CH_3CH_2OH + H_2SO_4$$

ايثيلين   ايثانول   مخفف

تمرين (8 – 7) اكتب الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات اكتل المولية 88 g/mol ؟

$$C_nH_{2n+2}O = (n \times 12) + (2n + 2 \times 1) + (1 \times 16) = 88 \text{ g / Mol}$$

$$12n + 2n + 18 = 88$$

$$14n = 88 - 18$$

$$14n = 70 \qquad n = \frac{70}{14} = 5$$

المطلوب خمس متجانسات فقط

∴ (n = 5) فالكحول هو بنتانول ($C_5H_{12}O$) و الصيغ البنائية المحتملة هي :-

1) $CH_3\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,OH$ 1- بنتانول

2) $CH_3\,CH_2\,CH_2\,\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_3$ 2- بنيتانول

3) $CH_3\,CH_2\,\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_2\,CH_3$ 3- بيتانول

4) $CH_3\,\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}H}-CH_3$ 3- مثيل – 2 – بيوتانول

5) $CH_3\,\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}-CH_2\,CH_3$ 2- مثيل – 2 – بيوتانول

6) $CH_3\,CH_2-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}H}-CH_2\,OH$ 2- مثيل 1 – بيوتانول

7) $CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}H}-CH_2\,CH_2\,OH$ 3- مثيل – 1 – بيوتانول

8) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_2-OH$ 2,2 – ثنائي مثيل – 1 – بروبانول

9) $CH_3\,CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-OH$ 1,1 – ثنائي مثيل – 1 – بروبانول



مثال ((4)) ص 267 // ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية 74 g/mol ؟ علماً ان الكتل الذرية لـ $H = 1$, $C = 12$, $O = 16$

وزاري 2015 تمهيدي

واجب

الكحولات متعدد الهيدروكسيل

$CH_2 - OH$
$CH_2 - OH$
$CH_2 - OH$
(الكليسيرين)
(ثلاثي الهيدروكسيل)

OH OH
$CH_2 - CH_2$
اثيلين كلايكول
(ثنائي الهيدروكسيل)

D) الخواص الفيزيائية للكحولات

أ) درجة غليان الكحولات عالية جداً مقارنة بالالكانات المقابلة لها ((علل))
بسبب قابلية الكحولات على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها .

$\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{O}\cdots\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{O}\cdots\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{O}$ (R, R, R)
(أ)

ب) تمتزج الكحولات من ($C_3 - C_1$) بشكل تام مع الماء ((علل))
بسبب قابلية جزيئاتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء .

$\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{O}\cdots\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{O}\cdots\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{O}$ (H, R, H)
(ب)

E) الخواص الكيميائية

1) تفاعل الكحولات مع فلز الصوديوم او البوتاسيوم لتكوين الكوكسيدات .

$$2CH_3CH_2OH + 2Na \longrightarrow 2CH_3CH_2O^-Na^+ + H_2$$
ايثانول ايثوكسيد الصوديوم

2) تفاعل الكحولات مع PCl_3 و PCl_5 لتكوين هاليدات الالكيل

$$CH_3CH_2OH + PCl_5 \xrightarrow{\text{بيردين}} CH_3CH_2Cl + POCl_3 + HCl$$
ايثانول كلوريد الاثيل

$$3CH_3OH + PCl_3 \xrightarrow{\text{بيردين}} 3CH_3-Cl + H_3PO_3$$
ميثانول كلوريد الاثيل

3) تفاعل الكحولات مع هاليد الهيدروجين لتكوين هاليدات الالكيل

$$CH_3\underset{|}{\overset{OH}{C}}H - CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3\overset{Cl}{\underset{|}{C}}H - CH_3$$

2 – بروبانول ⟶ 2- كلورو بروبان

4) نزع جزيء ماء من الكحولات لتكوين الالكينات

$$CH_3 - CH_2 - OH \xrightarrow[(170\ \mathring{C})]{H_2SO_4\ \text{مركز}} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

الميكانيكية

$$CH_3\,CH_2 - O - H + H^+ \longrightarrow CH_3\,CH_2 - \overset{+}{O} - H \quad (\text{O bonded to } H)$$

$$CH_3\,CH_2 - \overset{+}{O} - H \;(\text{O bonded to } H) \longrightarrow CH_3CH^+_2 + H_2O$$

$$\underset{H}{CH_2} - {}^{(+)}CH \longrightarrow CH_2 = CH_2 + H^+$$

اثيلين

يتم سحب ذرة الهيدروجين حسب قاعدة ستيزف :

((ان الايون الموجب H^+ يسحب من ذرة الكاربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاورة لذرة الكاربون التي يسحب منها الايون السالب)) .



F) أكسدة الكحولات

العوامل المؤكسدة المستخدمة

$(K_2Cr_2O_7 / H_2SO_4 - KmnO_4 / H_2SO_4)$

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{[O]} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

ايثانول (كحول أولي) — ايثانال (الديهايد) — حامض عضوي

$$CH_3\underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{C}H}}-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

2 – بروبانول (كحول ثانوي) — بروبانون

$$CH^3-\underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}}-OH \xrightarrow[3]{K_2Cr_2O_7 / H^+} NO . R$$

2 – مثيل – 2 – بروبانول (كحول ثالثي)

يمكن استخدام هذا التفاعل للتمييز بين اصناف الكحولات

تمرين (11 – 7) ماناتج الأكسدة التامة للمركبات الأتية :

1) 1 - بيوتانول

$$CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_2\ OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2\ Cr_2\ O_7 / H^+} CH_3\ CH_2\ CH_2\ \overset{o}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{[O]} CH_3CH_2CH_2COOH$$

1 – بيوتانول — بيوتانال — حامض البيوتانويك

2) 2 – بيوتانول

$$CH_3\ CH_2\ \overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2\ Cr_2\ O_7 / H^+} CH_3\ CH_2\ \overset{o}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

2 – بيوتانول — بيوتانون

3) 2 – مثيل – 2 – بيوتانول

$$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}}-OH \xrightarrow{K_2\ Cr_2\ O_7 / H^+} NO . R$$

2 – مثيل 2 –

بروبانول

تمرين (10 – 7)

عند سحب جزيء ماء من 2 – بيوتانول يكون الناتج 2 – بيوتين وليس 1 – بيوتين ((علل ذلك))

$$CH_3CH_2CH(OH)-CH_3 + H^+ \longrightarrow CH_3CH_2CH(\overset{+}{HOH})-CH_3 \longrightarrow CH_3CH_2\,{}^{+}CH-CH_3 \longrightarrow CH_3CH=CH-CH_3$$

2 – بيوتين

لان السحب يتم حسب قاعدة ستيزف

((ان الايون الموجب يسحب من ذرة الكاربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاورة لذرة الكاربون التي يسحب منها الايون السالب))

علل // لا تتأكسد الكحولات الثالثية ؟

ج // بسبب استقرارية مركباتها لان ذرة الكاربون الحاملة لمجموعة OH الكحولية خالية من ذرة الهيدروجين .

علل // لا تصنف مجموعة OH الكحولية ضمن القواعد القوية ؟

ج // لأنها لا تتأين لتعطي ايون الهيدروكسيد

علل // في عملية تحضير الكحولات تحل مجموعة OH محل مجموعة OSO_3H الموجودة في المركب الوسطي ؟

ج // لان مجموعة OH اكثر قاعدية واكبر تركيز من مجموعة OSO_3H

علل // تعتبر طريقة تحضير الكحولات بأستخدام الالكينات طريقة مهمة جداً ؟

ج // لأن هذه الطريقة هي الطريقة التجارية لتحضير الكحولات .



G) التمييز بين الكحولات

يستعمل (كلوريد الهيدروجين بوجود كلوريد الزنك كعامل مساعد) للتمييز بين أصناف الكحولات و يدعى هذا المزيج بكاشف لوكاس .
حيث تتفاعل الكحولات الثالثية مباشرة مع هذا الكاشف مكوناً عكرة في المحلول نتيجة لتكوين هاليد الألكيل .
أما الكحولات الثانوية فيستغرق تفاعلها مع كاشف لوكاس (2 – 5 دقائق) لتكون عكرة دليل على تكون هاليد الألكيل .
بينما لا يتفاعل الكحول الأولي مع هذا الكاشف و لا تتكون العكرة في درجات الحرارة الأعتيادية .

مثال (7 – 5)
ميز كيميائياً بين (1 – بروبانول) و (2 – بروبانول) و 2 – مثيل -2 – بروبانول ؟

الحل // المركبات الثلاثة هي كحولات يمكنن التمييز بين اصنافها بأستخدام كاشف لوكاس ($ZnCl_2$ / HCl)

وزاري 2014 دور ثالث

$$CH_3CH_2CH_2-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} NO\ .\ R$$
كحول أولي (1 – بروبانول) اللامائي

$$CH_3\overset{OH}{\overset{|}{C}H}CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3\overset{Cl}{\overset{|}{C}H}-CH_3 + H_2O$$
كحول ثانوي (2 – بروبانول) اللامائي
تنفصل طبقة من هاليد الألكيل (2 – كلوروبروبان) و يتعكر المحلول بعد (2 – 5) دقيقة

$$CH_3\overset{CH_3}{\underset{CH_3}{C}}-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3\overset{CH_3}{\underset{CH_3}{C}}-Cl + H_2O$$
كحول ثالثي (2 – مثيل 2 – بروبانول) اللامائي
يتعكر المحلول مباشرة و تنفصل طبقة من (2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان)

تمرين (7 – 12) مركب عضوي يحتوي على اربع ذرات كاربون يستجيب لكشاف لوكاس و عند اكسدته يعطي كيتون . أكتب التفاعلات أعلاه و ما صيغته البنائية ؟

الحل // بما أن المركب العضوي يتفاعل مع كاشف لوكاس .
∴ المركب هو كحول .
وعند أكسدته يعطي كيتون
∴ هو كحول ثانوي مكون من أربع ذرات و يكتب

$$CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3CH_2\overset{Cl}{\overset{|}{C}H}-CH_3$$
2 – بيوتانول 2 – كلورو بيوتان

$$CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$
2 – بيوتانول [O] بيوتانون

3) الأيثرات

مركبات عضوية تحتوي على ذرة اوكسجين مرتبطة بمجموعتين الكيل صيغتها العامة R –O –R وقانونها العام ($C_nH_{2n} + 2O$) والمجموعة الفعالة فيها (C – O – C) .

A) اصناف الايثرات

1) ايثرات متناظرة :- هي الايثرات التي تكون فيها مجموعتين الالكيل حول ذرة الاوكسجين متشابهة (R – O – R)

مثل //

$CH_3 – O – CH_3$ // $CH_3CH_2 – O – CH_2CH_3$ O

2) الايثرات الغير متناظرة :- هي الايثرات التي تكون فيها مجاميع الالكيل حول ذرة الاوكسجين المختلفة (R – O – R)

مثل //

$CH_3 – O – CH_2CH_3$ // $CH_3CH_2 – O – CH_2CH_2CH_3$

B) تسمية الايثرات

تسمى الايثرات بأسم (كوكسي الكان) وكما يلي :-

1) نختار اطول سلسلة من ذرات الكاربون المرتبطة بـ (O) ونسميها بـ (الكان) ونعتبرها السلسلة الام .

2) نعتبر مجموعة الالكيل الاخرى المرتبطة بذرة (O) فرع نعطيه اسم (كوكسي) حسب نوع الالكيل .

3) تكتب موقع واسم التفرعات ان وجدت :-

امثلة //

$CH_3 – O – {}^{1}CH_2\,{}^{2}CH_3$ الفرع (CH₃) – السلسلة الام ($^{1}CH_2\,^{2}CH_3$) ميثوكسي ايثان	$CH_3 – O – {}^{1}CH_2\,{}^{2}CH_2\,{}^{3}CH_3$ الفرع – السلسلة الام ميثوكسي البروبان
$CH_3CH_2 – O – {}^{1}CH_2\,{}^{2}CH_2\,{}^{3}CH_3$ الفرع – السلسلة الام ايثوكسي بروبان	CH_3 | O | ${}^{3}CH_3\,{}^{2}CH – {}^{1}CH_3$ السلسلة الام 2 – ميثوكسي بروبان

تمرين (13 – 7)

أ- اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات الاتية :-

$$CH_3 - O - CH_3$$

السلسلة الام   فرع

ميثوكسي ميثان

$$CH_3 - O - {}^{2}C(CH_3)({}_{1}CH_3) - {}^{3}CH_3$$

فرع   فرع   السلسلة

2 – مثيل – 2 – ميثوكسي بروبان

ب- اكتب الصيغ البنائية لكل من المركبات الاتية :-

1) 2,2 – ثنائي اثيل ميثوكسي هكسان

$${}^{6}CH_3\ {}^{5}CH_2\ {}^{4}CH_2\ {}^{3}CH_2\ {}^{2}C(CH_2 - CH_3)(CH_2\ CH_3) - {}^{1}CH_2O - CH_3$$

2) 2 – كلورو – 2 – مثيل بروبوكسي بنتان

$${}^{5}C - {}^{4}C - {}^{3}C - {}^{2}C(CH_3)(Cl) - {}^{1}C - O - CH_2\ CH_2\ CH_3$$

اذن هناك قاعدة عامة لتسمية الايثرات وهي

رقم التفرع – اسم التفرع ان وجد – رقم الكاربون المتصل – اسم المجموعة – اسم الالكان بمجموعة $R - O$ $R - O$ وفق اطول سلسلة

C) تحضير الايثرات

طريقة وليمسون وذلك بمفاعلة فلز الصوديوم مع كحول مناسب لتكوين الكوكسيد المناسب ثم مفاعلته مع هاليد الكيل المناسب .

$$1)\ ROH + Na \longrightarrow RONa + \frac{1}{2} H_2$$

كحول   كوكسيد الصوديوم

$$2)\ R - O - Na + \acute{R} - X \longrightarrow R - O - \acute{R} + \dot{N}aX$$

كوكسيد الصوديوم   هاليد الالكيل   ايثر



امثلة // 1) لتحضير ميثوكسي ايثان

$CH_3 - O - CH_2 CH_3$

كحول   هاليد الالكيل

1) $CH_3 OH + Na \longrightarrow CH_3ONa + \frac{1}{2} H_2$

ميثانول   ميثوكسيد الصوديوم

2) $CH_3ONa + CH_3 CH_3 CH_2 Br \longrightarrow CH_3O - CH_2 CH_3$

ميثوكسيد الصوديوم   بروميد الاثيل   ميثوكسي ايثان

2) لتحضير ايثوكسي ايثان $CH_3 CH_2 O - CH_2 CH_3$

كحول   هاليد الكيل

1) $CH_3 CH_2 OH + Na \longrightarrow CH_3 CH_2 O - Na$

ايثانول   ايثوكسيد الصوديوم

2) $CH_3 CH_2ONa + CH_3CH_2Br \longrightarrow CH_3 CH_2O - CH_2 CH_3$

ايثوكسيد الصوديوم   بروميد الاثيل   ايثوكسيد ايثان

تمرين (14 – 7)

1) اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان

$CH_3 CH_2 - O - CH_2 CH_2 CH_2 CH_3$

كحول   هاليد الكيل

1) $CH_3 CH_2 OH + Na \longrightarrow CH_3 CH_2 ONa + \frac{1}{2} H_2$

ايثانول   ايثوكسيد الصوديوم

2) $CH_3 CH_2ONa + CH_3 CH_2 CH_2 Cl \longrightarrow CH_3 CH_2O - CH_2 CH_2 CH_2 CH_3$

ايثوكسيد الصوديوم   1 – كلورو بوبان   ايثوكسي بيوتان

2) اكمل نواتج التفاعل الاتي

$CH_3 CH_2 CH_2 - ONa + CH_3 Br \longrightarrow CH_3 CH_2 CH_2 - O - CH_3 + NaBr$

بروبوكسيد الصوديوم   بروميد الاثيل   ميثوكسي بروبان

D) الخواص الفيزيائية للايثرات

علل // درجة غليان الايثرات اوطأ من درجة غليان الكحولات المناظرة لها ؟

ج // بسبب عدم قدرة الايثرات على تكوين اواصر هيدروجينية بين جزيئاتها مثل الكحولات .

علل // معظم الايثرات قليلة الذوبان في الماء ؟

ج // بسبب عدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء .

علل // يجب عدم تقطير الايثرات الى احد الجفاف ؟

ج // لان تفاعل الايثرات مع اوكسجين الهواء يكون الايبوكسيدات فعند تقطير الايثرات تتركز الايبوكسيدات في المادة المتبقية من التقطير ولذلك فعند نهاية عملية التقطير ترتفع درجة الحرارة فيؤدي ذلك الى انفجار المادة المتبقية من الايبوكسيد .

E) الخواص الكيميائية للأيثرات

1) تفاعل الايثرات مع الماء بوجود حامض الكبريتيك الساخن لتكوين الكحولات .

$$CH_3CH_2-O-CH_2CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3CH_2OH$$

ايثوكسي ايثان — ايثانول

الا ان الايثرات تتفاعل مع الحوامض المركزة البارد ايضاً لتعطي املاح الاوكسونيوم

$$CH_3CH_2-\ddot{O}-CH_2CH_3 + H_2SO_4 \xrightarrow[\text{مركز}]{\text{بارد}} [CH_3-CH_2\overset{H}{\underset{..}{\overset{+}{O}}}-CH_2CH_3]\overset{(-)}{HSO_4}$$

ايثوكسي ايثان — ملح الاوكسونيوم لأيثوكسي ايثان

2) تتفاعل الايثرات مع PCl_5 لتكوين هاليدات الالكيل Δ

$$CH_3CH_2O-CH_2CH_3 + PCl_5 \longrightarrow 2CH_3CH_2Cl + POCl_3$$

ايثوكسي ايثان — كلوريد الاثيل

$$CH_3-O-CH_2CH_3 + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} CH_3-Cl + CH_3CH_2Cl + POCl_3$$

ميثوكسي ايثان — كلوريد المثيل — كلوريد الاثيل

تمرين (15 – 7) كيف تميز كيميائياً بين ميثوكسي ميثان والايثان ؟

ج // يمكن التميز بين ميثوكسي ميثان (ايثر) والايثان (الكان) بأضافة الماء مع حامض الكبريتيك المركز الساخن .

$$CH_3CH_2-O-CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3-O-H$$

ميثوكسي ايثان — ميثانول



2014
تمهيدي

$$CH_3CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} NO.R$$

↖ ايثان

4) الألديهايدات و الكيتونات

الالديهايدات :- مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكاربونيل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) مرتبطة بأحد طرفيها بذرة هيدروجين والطرف الاخر بمجموعة الكيل او ذرة هيدروجين صيغتها العامة $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ وقانونها العام $C_nH_{2n}O$ والمحموعة الفعالة فيها هي مجموعة الكاربونيل($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$)

الكيتونات :- مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكاربونيل مرتبطة بطرفيها بمجموعتين الكيل

صيغتها ($R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R$) وقانونها العام $C_nH_{2n}O$ والمجموعة الفعالة هي مجموعة الكاربونيل

($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$)

A) تسمية الالديهايدات النظامية (IUPAC)

1) ترقيم اطول سلسلة كاربونية تحمل مجموعة الكاربونيل مع اعطاء الرقم (1) لذرة كاربون مجموعة الكاربونيل مع عدم ذكر هذا الرقم
2) نذكر اسم الالكان حسب عدد ذرات الكاربون مع اضافة المقطع (ال) .
3) نذكر رقم واسم التفرعات ان وجدت .

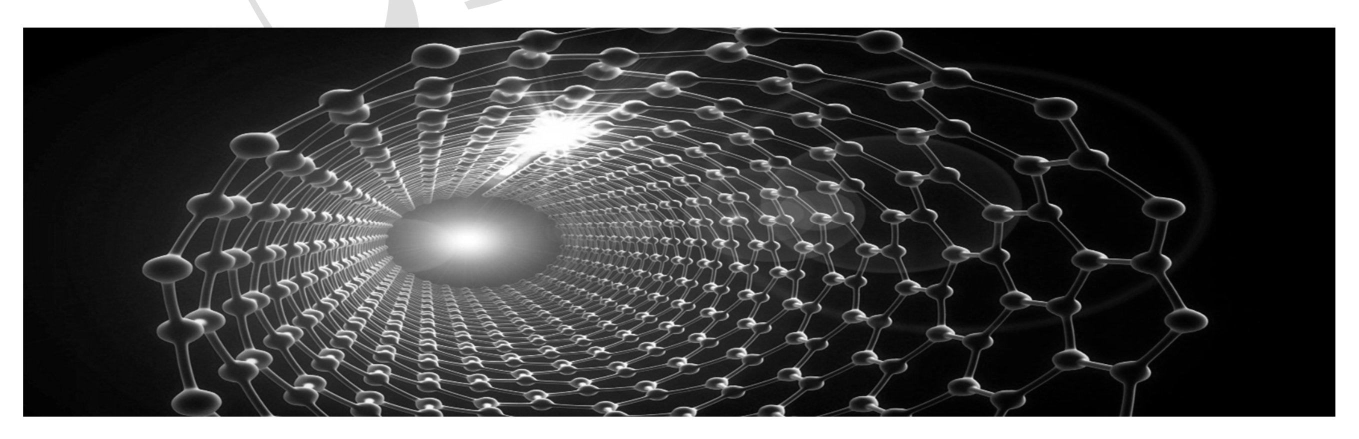
$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
بروبانال

$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
ايثانال (استاليهايد)

$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
ميثانال (فورماليهايد)

$^{3}CH_3\ ^{2}\underset{}{\overset{Cl}{\overset{|}{C}H}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
2 – كلورو بروبانال

$^{4}CH_3\ ^{3}\overset{CH_3}{\overset{|}{C}H}-^{2}CH_2-^{1}\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
3 – مثيل بيوتانال



B) تسمية الكيتونات

1) نرقم اطول سلسلة كاربونية تحوي مجموعة الكاربونيل واعطاءها اصغر الارقام .
2) نذكر اسم الالكان حسب اطول سلسلة مع اضافة المقطع (ون) .
3) تسمى التفرعات ونذكر ارقامها ان وجدت .

$^4CH_3\ ^3CH_2\ ^2C(=O)-\ ^1CH_3$
2 – بيوتانول

$CH_3C(=O)-CH_3$
بروبانون (اسيتون)

$^4CH_3\ ^3CH(CH_3)-\ ^2C(=O)-\ ^1CH_3$
3 – مثيل بيوتانون

$^5CH_3\ ^4CH_2\ ^3CH_2\ ^2C(=O)-\ ^1CH_3$
2 – بنتانون

تمرين (16 – 7) 1) اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي :

$^1CH_3\ ^2C(=O)-\ ^3CH(CH_3)-\ ^4CH_2\ ^5CH_3$
3 – مثيل – 2 – بنتانون

$^4CH_3-\ ^3CH(Cl)-\ ^2CH_2\ ^1C(=O)-H$
3 – كلورو بيوتانال

1) ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي :

أ- 3 – مثيل بيوتانال

$CH_3\ CH(CH_3)\ CH_2\ C(=O)-H$

ب- 2 – هكسانون

$CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_2-C(=O)-CH_3$

C) الخواص الفيزيائية

علل // تمتزج الالديهايدات والكيتونات مع الماء ؟

ج // بسبب قطبية مجموعة الكاربونيل .

D) الخواص الكيميائية

1) اختزال الاليهايدات والكيتونات بالهيدروجين تختزل الاليهايدات والكيتونات الى كحولات

$$CH_3C(=O)-H + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3\ CH_2\ OH$$

ايثانال (الديهايد) → ايثانول (كحول اولي)

∴ تختزل الالديهايدات الى كحولات اولية

$$CH_3C(=O)-CH_3 + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3\ CH(OH)-CH_3$$

بروبانون (كيتون) → 2 – بروبانول (كحول ثانوي)

∴ تختزل الكيتونات الى كحولات ثانوية .

2) اختزال الالديهايدات والكينونات الى الكانات بأستخدام ملغم (زئبق – خارصين) في حامض الهيدروكلوريك كعامل مختزل

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn / Hg} CH_3\,CH_3$$

ايثانال — ايثان

$$CH_3\,CH_2\,\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xrightarrow[HCl]{Zn / Hg} CH_3\,CH_2\,CH_2\,CH_3$$

2 – بيوتانون — بيوتان

E) تحضير الالديهايدات و الكيتونات

تحضير الالديهايدات والكيتونات من اكسدة الكحولات الاولية والثانوية حيث تتأكسد الكحولات الاولية الى الديهايدات اما الكحولات الثانوية فتتأكسد الى كيتونات ونستخدم عوامل مؤكسدة مثل المحمضة $K_2Cr_2O_7$ أو $KMnO_4$

امثلة

$$CH_3\,CH_2\,OH \xrightarrow[[O]]{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3\,\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2O$$

ايثانول (كحولي اولي) — ايثانال

$$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_3 \xrightarrow[[O]]{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

2 – بروبانول — بروبانون

مثال (7 – 7)

ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات :-

1) 1 – بروبانول   2) 2 – بنتانول

واجب

تمرين (17 – 7) حضر كلاً من المركبات التالية بأستخدام كحول مناسب .

1) ايثانال   2) 3 – بنتانون

الحل //

$$CH_3\,CH_2\,OH \xrightarrow[[O]]{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3\,\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

ايثانول — ايثانال

$$CH_3\,CH_2\,\overset{OH}{\overset{|}{CH}}-CH_2\,CH_3 \xrightarrow[[O]]{K_2Cr_2O_7 / H^+} {}_5CH_3\,{}_4CH_2\,{}_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-{}_2CH_2\,{}_1CH_3$$

3 – بنتانول — 3 – بنتانون

تمرين " 18 " // اكمل المعادلتين الاتيتين

$$C_2H_5\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 \xrightarrow[H_2/Pt]{[Red]} C_2H_5\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_3$$

2 – بيتانون   2 – بيوتانول

$$C_2H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[H_2/Ni]{[Red]} C_2H_5CH_2OH$$

بروبانال   1 – بروبانول

3) تفاعل الالديهايدات والكيتونات مع الهيدرازين لتكوين الهيدرازون (قواعد شيف

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2N-NH_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3CH=N-NH_2 + H_2O$$

استالديهايد   استالديهايد هيدرازون

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_2N-NH_2 \longrightarrow CH_3\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}=N-NH_2 + H_2O$$

اسيتون   اسيتون هيدرازون

ويعتبر هذا التفاعل من التفاعلات الكشف عن مجموعة الكاربونيل اذ تدل نواتج الهيدرازون الملونة (الصفراء والبرتقالية) على وجود مجموعة الكاربونيل للألديهادات والكيتونات .

تمرين (19 – 7)

1) حضر البروبان من البروبانال

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3CH_2CH_3$$

بروبانال   بروبان

2) اكتب تفاعل اضافة الهيدرازين الى البروبانال

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2N-NH_2 \longrightarrow CH_3CH_2\overset{H}{\overset{|}{C}}=N-NH_2$$

بروبانال   بروبانالديهايد هيدرازون

F) الأكسدة

تتأكسد الالديهايدات الى حوامض كاربوكسيلية .
بينما لا تتأكسد الكيتونات .
ويستخدم هذا التفاعل للتمييز بين الالديهايدات والكيتونات بأستخدام الكواشف الاتية

1) كاشف تولن :- (كشف المرآة الفضية)

هيدروكسيد الفضة الاموتياكي

$$CH_3\overset{O}{\overset{//}{C}}-H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3\overset{O}{\overset{//}{C}}-O^-NH_4^+ + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

الديهايد — هيدروكسيد الفضة الامونياكي (كاشف تولن) — مرآة فضة

$$CH_3\overset{O}{\overset{//}{C}}-CH_3 + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NO . R$$

كيتون — كاشف تولن

2) محلول فهلنك :- محلول ملح كبريتات النحاس II القاعدية الازرق اللون .

$$CH_3\overset{O}{\overset{//}{C}}-H + 2Cu^{2+} + 5OH \longrightarrow CH_3\overset{O}{\overset{//}{C}}-O^- + Cu_2O\downarrow + 3H_2O$$

الديهايد — معقد ازرق — راسب احمر

$$CH_3\overset{O}{\overset{//}{C}}-CH_3 + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow NO . R$$

س// ما فائدة وجود جذور السترات و الترترات في محلول فهلنك ؟
ج// تكون معقدات مستقرة تمنع تكون راسب هيدروكسيد النحاس .

وزاري 2013 دور اول

تمرين (7 – 20) كيف تميز عملياً بين مركب البروبانال و البروبانون بأستخدام :
Ă محلول فهلنك .   ب) كاشف تولن .

الحل //
Ă محلول فهلنك :

$$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{//}{C}}-H + 2Cu(OH)_2 + NaOH \longrightarrow CH_3-CH_2-C-ONa + Cu_2O\downarrow + H_2O$$

راسب احمر

$$CH_3-\overset{O}{\overset{//}{C}}-CH_3 + 2Cu(OH)_2 + NaOH \longrightarrow NO . R$$

بـĂ كاشف تولن :

$$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{//}{C}}-H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3-CH_2-C-ONH_4 + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

مرآة فضية

$$CH_3-\overset{O}{\overset{//}{C}}-CH_3 + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NO . R$$

5) الحوامض الكاربوكسيلية

مركبات عضوية المجموعة الفعالة فيها مجموعة الكاربوكسيل (COOH -) صيغتها العامة (R – COOH) و قانونها العام $C_nH_{2n}O_2$

حيث يتكون من مجموعتين :

مجموعة كاربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$

مجموعة هيدروكسيل $-OH$

A) تسمية الحوامض الكاربوكسيلية

1) نرقم أطول سلسلة كاربونية تحوي مجموعة الكاربوكسيل مع الفروع إن وجدت .

2) تكتب كلمة حامض ثم ارقام و اسماء الفروع ان وجدت .

3) نذكر اسم السلسلة الكاربونية مع اضافة المقطع (ويك) .

$CH_3\ CH_2\ COOH$	CH_3COOH	$HCOOH$
حامض البروبانويك	حامض الأيثانويك	حامض الميثانويك
	(الخليك ، الأستيك)	(الفورميك)

$^6CH_3\ ^5CH_2\ ^4CH(CH_3) - ^3CH(CH_3) - ^2CH_2\ ^1COOH$

حامض 3 , 4 ثنائي مثيل هكسانويك

$CH_3\ ^2CH(Br) - ^1COOH$

حامض 2 – بروموبروبانويك

تمرين (21 – 7)

1) أكتب الأسم النظامي للمركب ؟

$^4CH_3 - ^3CH_2 - ^2C(Cl)(CH_3) - ^1C(=O) - OH$

حامض 2 – كلورو – 2 – مثيل بيوتانويك

2) ارسم الصيغة البنائية لكل من المركبات الأتية :-

أ) حامض 2 – مثيل بيوتانويك

$^4CH_3\ ^3CH_2 - ^2CH(CH_3)^1COOH$

ب) حامض 3 – كلورو بروبانويك

$CH_2(Cl) - CH_2 - C(=O) - OH$

B) تحضير الحوامض الكاربوكسيلية

اولاً من الأكسدة التامة للكحول الأولي

$$\underset{\text{كحول اولي}}{R - \overset{OH}{\overset{|}{CH_2}}} \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} \underset{\text{الديهايد}}{R - \overset{O}{\overset{//}{C}} - H} \xrightarrow{[\ O\ ]} \underset{\text{حامض عضوي}}{R - \overset{O}{\overset{//}{C}} - OH}$$

ملاحظة // الحامض الناتج له نفس عدد ذرات الكاربون الكحول

ثانياً من تفاعل هاليد الألكيل مع فلز المغنيسيوم يتكون كاشف كرينيارد و مفاعلته مع CO_2 ثم تحليل الناتج في وسط حامضي .

$$R - X + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{\text{أثير}} \underset{\text{كاشف كرينيارد}}{RMgX}$$

$$RMgX + CO_2 \longrightarrow RCOOMgX$$

$$RCOOMgX \xrightarrow{H_2O\ /\ H^+} R - \overset{O}{\overset{//}{C}} - OH$$

ملاحظة // هذه الطريقة تحضير حامض كاربوكسيلي اكثر بذرة واحدة من الهايد المستخدم .

تمرين (22 – 7) حضر حامض البروبانويك من :-

1) بروميد الأثيل

$$CH_3\ CH_2\ Br + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{\text{اثير}} \underset{\text{بروميد المغنيسيوم الأثيل (كاشف كرينيارد)}}{CH_3\ CH_2\ Mg\ Br}$$

$$CH_3\ CH_2\ Mg\ Br + CO_2 \longrightarrow CH_3\ CH_2\ COOMgBr$$

$$CH_3\ CH_2\ COOMgBr + HBr \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{حامض بروبانويك}}{CH_3CH_2\overset{O}{\overset{//}{C}} - OH} + MgBr_2$$

2) البروبانال

$$\underset{\text{بروبانال}}{CH_3\ CH_2\ \overset{O}{\overset{//}{C}} - H} \xrightarrow{[\ O\ ]} \underset{\text{حاماض بروبانويك}}{CH_3\ CH_2\ \overset{O}{\overset{//}{C}} - OH}$$

C) الخواص الفيزيائية للحوامض

علل // درجة غليان الحوامض الكاربوكسيلية اعلى من الكحولات المقابلة لها ؟

ج // بسبب تكون آصرتين هيدروجينيتين بين كل جزيئتين من جزيئات الحامض بسبب الصفة القطبية الكبيرة لجزيئات مجموعتي الكاربوكسيل في الحامض و التي تفوق مجموعة الهيدروكسيل في الكحولات المناظرة .

$$R-C(=O)-OH \cdots O=C(-R)-OH \quad \text{(O}\cdots\text{HO , OH}\cdots\text{O)}$$

D) الخواص الكيميائية للحوامض

أ) حامضية الحوامض الكاربوكسيلية :- حيث تتفاعل مع القواعد مكونة ملح وماء

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + NaOH \longrightarrow CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-Na^+ + H_2O$$

حامض الخليك — خلات الصوديوم

ب) تفاعل الحوامض مع البيكاربونات و الكاربونات

حيث يتحرر CO_2 و هو من التفاعلات الهامة التي تستخدم للكشف عن مجموعة الكاربوكسيل في الحوامض العضوية .

تمرين (23 – 7)

وزاري

2016
تمهيدي

اكتب معادلة تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$ ؟

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + CO_2 + H_2O$$

ج) تفاعل الحوامض مع الكحولات (الاسترة)

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H + HO-CH_2CH_3 \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + H_2O$$

حامض الخليك — كحول الأثيل — خلات الأثيل

د) اختزال الحوامض الكاربوكسيلية

يمكن اختزال الحامض الكاربوكسيلية الى كحولات اولية بعامل مختزل هو هدريد الليثيوم الألمنيوم ($LiAlH_4$)

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow{LiAlH_4} CH_3CH_2OH$$

حامض ايثانويك — اثير — ايثانول

تمرين (24 – 7) مبتدأ بالبروبانال حضر حامض البيوتانويك ؟

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \longrightarrow CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

بروبانال (3 ذرات) ← حامض بيوتانويك (4 ذرات)

الحل //

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3CH_2CH_2OH$$

بروبانال ← 1 – بروبانول

$$3CH_3CH_2CH_2OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3CH_2CH_2Cl + H_3PO_4$$

1 – بروبانول ← كلوريد البروبيل

$$CH_3CH_2CH_2Cl + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{\text{اثير}} CH_3CH_2CH_2MgCl$$

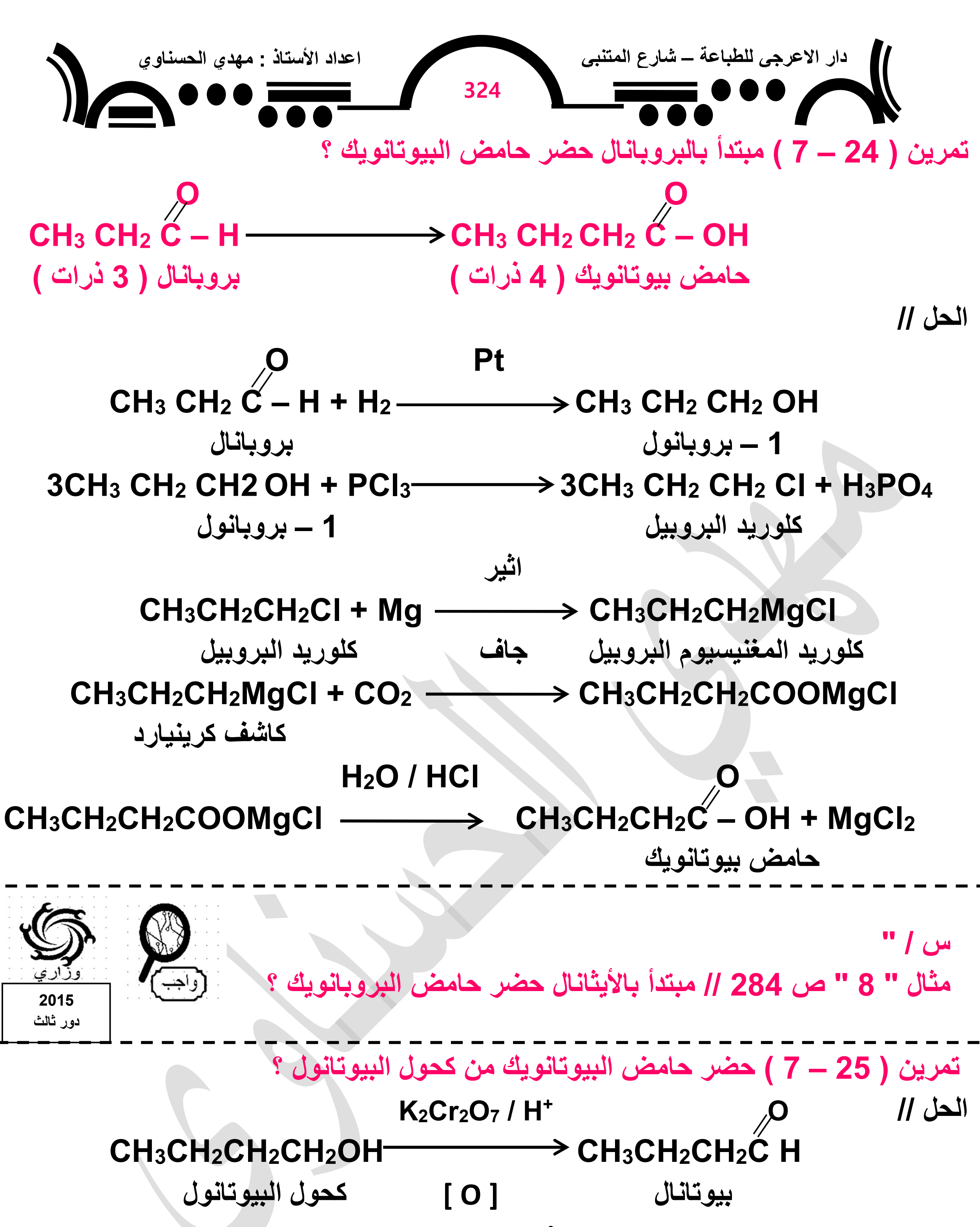
كلوريد البروبيل ← كلوريد المغنيسيوم البروبيل

$$CH_3CH_2CH_2MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2COOMgCl$$

كاشف كرينيارد

$$CH_3CH_2CH_2COOMgCl \xrightarrow{H_2O\ /\ HCl} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + MgCl_2$$

حامض بيوتانويك



س / "
مثال " 8 " ص 284 // مبتدأ بالأيثانال حضر حامض البروبانويك ؟

واجب — وزاري 2015 دور ثالث

تمرين (25 – 7) حضر حامض البيوتانويك من كحول البيوتانول ؟

الحل //

$$CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7\ /\ H^+} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$$

كحول البيوتانول ← بيوتانال

$$CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7\ /\ H^+} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

حامض البيوتانويك

س
مثال " 9 " ص 285 // مبتدأ بكلوريد الأثيل حضر حامض البروبانويك ؟

واجب

6) الأسترات

مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكاربوكسيلية تشترك معها بوجود مجموعة الكاربوكسيل ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$) و لكن يمكن الأختلاف بينهما في الجزء المرتبط بذرة الأوكسجين ففي الحوامض العضوية ترتبط بذرة هيدروجين و في الأسترات بمجموعة الكيل (R -)

صيغتها العامة ($R\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R$) و قانونها العام $C_nH_{2n}O_2$

A) تسمية الأسترات

لتسمية الأستر يقسم الى جزئين جزء حامض و جزء كحول

$R\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R$ (جزء حامض: $R\overset{O}{\overset{\|}{C}}$ ، جزء كحول: $-O-R$)

1) يسمى الجزء الكحولي بأسم الألكيل حسب عدد ذرات الكاربون فيه .

2) يسمى الجزء الحامض بأسم الحامض مع ابدال المقطع (ويك) بالمقطع (وان) .

$CH_3\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3$ (CH₃ فرع على CH)

اثيل – 2 – مثيل بروبانوات

$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_3$

مثيل ايثانوات

تمرين (26 – 7) 1) أكتب الأسم النظامي لكل مما يأتي :-

$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$

مثيل ميثانوات

$CH_3\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3$

اثيل – 2 – مثيل بروبانوات

2) ارسم الصيغة البنائية للمركب الأتي :-

بروبيل – 2 , 3 – ثنائي مثيل هكسانوات

$CH_3CH_2CH_2\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}\ \underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_2CH_3$

B) تحضير الأسترات

اولاً من تفاعل الكحول مع الحامض العضوي (تفاعل الأسترة)

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + H-O-R \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR + H_2O$$

حامض   كحول   استر

ثانياً من تفاعل كلوريد الحامض الكاربوكسيلي مع الكحول بوجود البيريدين المستخدم لأزالة حامض HCl المتكون :-

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl + CH_3OH \longrightarrow CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_3 + HCl$$

كلوريد الأستيل   ميثانول   مثيل ايثانوات

تمرين (27 – 7) 1) مبتدأ بالمثيانول حضر اثيل ميثانوات

الحل //



2014 دور ثالث
2014 دور اول

$$CH_3OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7 / H^+} H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

ميثانول   ميثانال

$$H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7} H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

ميثانال   ميثانويك

$$H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3$$

ايثانول   اثيل ميثانوات

ملاحظة // تحضر الأسترات بطريقة الأسترة التي شرحناها في تفاعلات الحوامض العضوية .

2) مبتدأ بالأيثانول حضر مثيل بروبانوات

الحل //

1) $3CH_3CH_2OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3CH_2Cl + H_3PO_3$

كحول ايثانول   ايثر   كلورو ايثان

2) $CH_3CH_2Cl + Mg \longrightarrow CH_3CH_2MgCl$

جاف   كاشف كرينيارد

3) $CH_3CH_2MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COOMgCl$

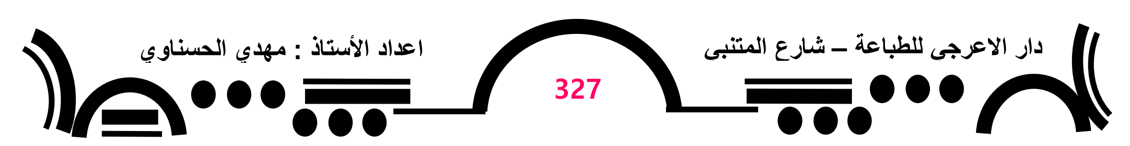
مركب وسطي

4) $CH_3CH_2COOMgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + MgCl_2$

حامض بروبانويك

5) $CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3 + H_2O$

ميثانول   مثيل بروبانوات



3) مبتدأ بكلوريد الاستيل حضر اثيل ايثانوات



2015 تمهيدي

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl + CH_3CH_2OH \xrightarrow{\text{بردين}} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$$

ايثانول — اثيل ايثانوات

C) خواص الاسترات الفيزيائية

علل :// درجة غليان الاسترات اقل من الحوامض الكاربوكسيلية المناظرة لها ؟

ج // لأنها لاتكون اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها .

D) الخواص الكيميائية للاسترات

1) التحلل المائي للاسترات في محيط حامضي (تفاعل الاسترة)

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2OH$$

اثيل ايثانوات — حامض الايثانويك — ايثانول

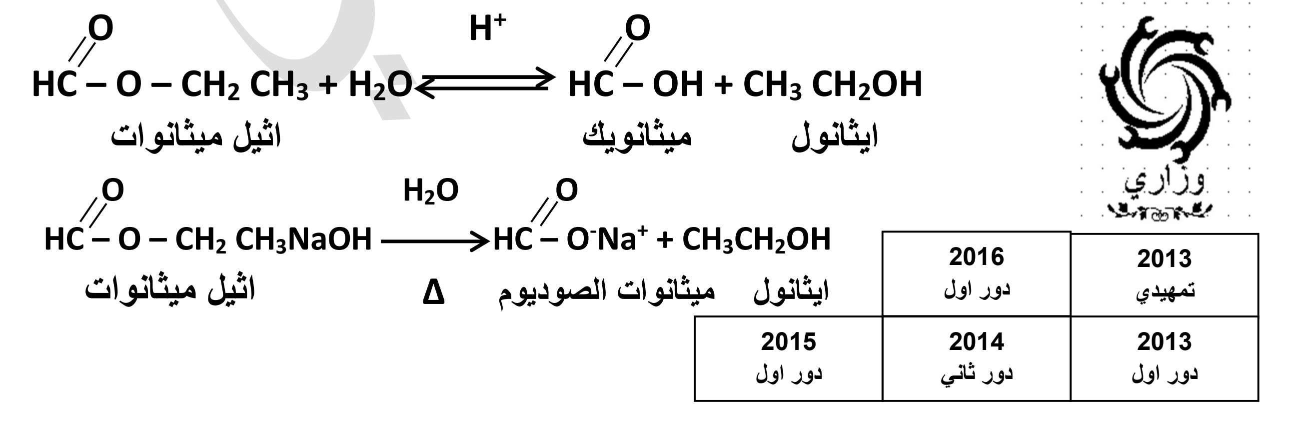
2) التحلل المائي للأستر في محيط قاعدي

يتحلل الاستر في محيط قاعدي لينتج ملح الصوديوم للحامض الكاربوكسيلي ويدعى هذا التفاعل الصوبنة ويستخدم للكشف عن الاسترات .

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-Na^+ + CH_3CH_2OH$$

اثيل ايثانوات — ايثانوات الصوديوم — ايثانول

تمرين (28 – 7) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي ؟



$$H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2OH$$

اثيل ميثانوات — ميثانويك — ايثانول

$$H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} H\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-Na^+ + CH_3CH_2OH$$

اثيل ميثانوات — ميثانوات الصوديوم — ايثانول

وزاري

	2016 دور اول	2013 تمهيدي
2015 دور اول	2014 دور ثاني	2013 دور اول

7) الأمينات

مركبات عضوية تعتبر من مشتقات الامونيا حيث تحل مجموعة الكيل واحدة او اكثر محل ذرة هيدروجين او اكثر من الامونيا وتقسم اعلى هذا الاساس الى امينات اولية RNH_2 وثانوية R_2NH وثالثية R_3N صيغتها العامة $R - NH_2$ وقانونها العام $C_nH_{2n+3}N$

A) تسمية الامينات

أ‌ الطريقة الشائعة القديمة .

1) تسمى الامينات بذكر مجاميع الالكيل المرتبطة بذرة النتروجين (N) مع كلمة امين .
2) اذا كانت مجاميع الالكيل متشابهة تسبق بكلمة ثنائي او ثلاثي .
3) اذا كانت مجاميع الالكيل مختلفة فتسمى حسب الحروف الابجدية .

امثلة //

$CH_3CH_2 - NH_2$ اثيل امين	$CH_3 - NH_2$ مثيل امين
$CH_3 - N(CH_3) - CH_3$ ثلاثي مثيل امين	$CH_3 - N(CH_3) - H$ ثنائي مثيل امين
$CH_3CH_2 - N(CH_3) - CH(CH_3) - CH_3$ اثيل ايزوبروبيل مثيل امين	$CH_3 - N(H) - CH_2CH_3$ اثيل مثيل امين

بـ‌ التسمية النظامية (IVPAC)

1) نرقم اطول سلسلة كاربونية حاملة لمجموعة (N) وتعتبر مجموعة (N) مجموعة معوضة تأخذ اسم (امينو) .
2) نذكر ارقام واسماء الفروع ان وجدت ثم اسم الالكان .

$^{1}CH_3\,^{2}CH_2 - ^{3}CH(NH_2) - ^{4}CH_2 - ^{5}CH(CH_3) - ^{6}CH_3$ 3 – امينو – 5 – مثيل هكسان	$^{3}CH_3 - ^{2}C(CH_3)(NH_2) - ^{1}CH_3$ 2 – امينو – 2 – مثيل بروبان

$CH_3 - CH(NH_2) - COOH$

حامض – 2 – امينو البروبانويك

B) تصنيف الأمينات

أمين أولي

$$\ddot{N}(H)(H)(R)$$

$CH_3\ NH_2$
مثيل أمين

$CH_3 - CH_2\ NH_2$
اثيل امين

$CH_3 - CH_2 - CH_2\ NH_2$
بروبيل امين

أمين ثانوي

$$\ddot{N}(H)(R)(R)$$

$CH_3\ NH\ CH_3$
ثنائي مثيل أمين

$CH_3\ NH\ C_2H_5$
اثيل مثيل امين

$C_2H_5\ NH\ C_2H_5$
ثنائي اثيل امين

أمين ثالثي

$$\ddot{N}(R)(R)(R)$$

$CH_3 - N(CH_3) - CH_3$
ثلاثي مثيل امين

$C_2H_5 - N(CH_3) - CH_3$
اثيل ثنائي مثيل امين

C) تحضير الامينات

1) من تفاعل الامونيا مع هاليدات الالكيل للحصول على الامينات

$$CH_3I + NH_3 \longrightarrow CH_3NH_3^+I^-$$
يوديد المثيل

$$CH_3NH_3^+I^- \xrightarrow{NaOH} CH_3NH_2 + Na\ I + H_2O$$
مثيل امين اولي

تمرين (29 – 7) حضر اثيل امين من هاليد الكيل ؟

$$CH_3\ CH_2\ Cl + NH_3 \longrightarrow CH_3\ CH_2NH_3\ ^+Cl^-$$
كلوريد الاثيل

$$CH_3\ CH_2\ NH_3^+Cl^- + NaOH \longrightarrow CH_3\ CH_2\ NH_2 + NaCl + H_2O$$

---

2) تفاعل الكحولات مع الامونيا

تحضر من تفاعل الكحولات مع الامونيا على الالومينا الساخنة Al_2O_3 عند درجة $400\ C^\circ$

$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3 - NH_2 + H_2O$$

تمرين (30 – 7) حضر بروبيل امين بأستخدام كحول مناسب ؟

$$CH_3CH_2CH_2OH + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3CH_2CH_2NH_2 + H_2O$$

1 – بروبانول   بروبيل امين

D) الخواص الفيزيائية للأمينات

علل / درجة غليان الأمينات اعلى من الألكانات المقابلة لها ؟

ج / بسبب تكوينها لأواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها .

علل / قابلية ذوبان الأمينات في الماء عالية ؟

ج / بسبب قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء

```
      H
  H – N : ---------- H – O
      |        ↑          |
      H   اصرة هيدروجينية   H
```

علل / تعتبر الأمينات قواعد لويس ؟

ج/ بسبب وجود المزدوج الألكتروني غير المشترك لذرة النتروجين و الذي يمكن ان يكون اصرة جديدة مع بروتون أو حوامض لويس .

E) الخواص الكيميائية للأمينات

1) تتفاعل الأمينات مع الحوامض دلالة على سلوكها القاعدي .

$$CH_3NH_2 + HCl \longrightarrow CH_3NH_3^+Cl^-$$

ملح الأمين

(كلوريد مثيل امونيوم)

تتحلل املاح الأمينات عند تفاعلها مع قواعد قوية .

$$CH_3NH_3^+Cl^- \xrightarrow{NaOH} CH_3NH_2 + NaCl + H_2O$$

ملح امين   أمين

2) تتفاعل الأمينات مع كلوريدات الحامض (اسيلة) لتكوين مركبات تدعى (الأميدات)

$$CH_3\overset{O}{C} – Cl + H – \overset{H}{N} – CH_3 \longrightarrow CH_3\overset{O}{C} – NH_3 – CH_3 + HCl$$

مثيل اسيتا مايد

المفاهيم الأساسية

الكيمياء العضوية Organic Chemistry

هي احد فروع علم الكيمياء الذي يهتم بدراسة خواص وتركيب وتفاعلات الأنواع المختلفة للمركبات التي يكون فيها عنصر الكاربون اساسياً في تكوينها إضافة الى عناصر أخرى .

الهيدروكاربونات Hydrocarbons

هي ابسط المركبات العضوية اذ تحتوي على عنصري الكاربون و الهيدروجين فقط حيث ترتبط ذرات الكاربون فيما بينها بأواصر تساهمية مفردة وتسمى هيدروكاربونات مشبعة كالالكانات او هيدرو كاربونات غير مشبعة ترتبط فيها ذرات الكاربون باواصر تساهمية مزدوجة كالالكينات او ثلاثية كالاكاينات ومنها الاروماتي كالبنزين و مشتقاته .

الايزومات Isomers

مركبات عضوية مختلفة من ناحية الصيغة البنائية أي التركيبية ومختلفة في خواصها الفيزيائية و الكيميائية ولكنها تشترك بصيغة جزيئية واحدة .

المجموعة الوظيفية Functional Group

هي ذرة او مجموعة ذرات ترتبط بذرة الكاربون في المركبات العضوية او هي اصرة ثنائية او ثلاثية بين ذرتي كاربون فتكتسب هذه المركبات صفات كيميائية و فيزيائية متماثلة تميزها عن غيرها من المركبات العضوية .

هاليدات الالكيل Alkyl Halides

مركبات عضوية ترتبط مجموعة الالكيل (R -) فيها بذرة هالوجين (X -) وتعتبر من مشتقات الالكانات لأنه تم استبدال ذرة هيدروجين في الالكان بذرة هالوجين صيغتها العامة R – x وقانونها العام $C_nH_{2n+1}X$ والمجموعة الفعالة (الوظيفية) فيها C – X

قاعدة ماركو فينيكوف Markovnikov Rule

عند إضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الأصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن الأيون الموجب (ايون الهيدروجين) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الأصرة المزدوجة التي تحمل العدد الأقل من ذرات الهيدروجين .

كاشف الكتروفيلي Electophyl Reagent

كواشف باحثة عن الالكترونات و هي الذرات او الجزيئات او الأيونات التي تستطيع استيعاب زوج واحد من الألكترونات لأنها تمتلك اوربيتال فارغ و تمثل حوامض لويس مثل ايون الكاربونيوم R^+ و X^+ و NO_2^+ ومجموعة الكاربونيل – C^O – وكلوريد الألمنيوم $AlCl_3$

كاشف نيوكليوفيلى NucluPhyl Reagent

كواشف باحثة عن النواة و هي الذرات او الجزيئات او الأيونات التي تستطيع هبة زوج من الالكترونات حيث انها غنية بالالكترونات و المشاركة فيها وتمثل قواعد لويس ومنها H^+ و X^- و OH^- وايون الكاربانيون R^- و الاصرة المزدوجة والثلاثية و الامونيا NH_3

الكحولات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل مرتبط بذرة الكاربون المشبعة صيغتها العامة $R – OH$ وقانونها العام $C_nH_{2n+2}O$ و المجموعة الفعالية فيها $C – OH$

الايثرات

مركبات عضوية تحتوي على ذرة اوكسجين مرتبطة بمجموعتين الكيل صيغتها العامة $R – O – R$ وقانونها العام $C_nH_{2n+2}O$ و المجموعة الفعالية فيها $C – O – C$

الالديهايدات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكاربونيل $– C^O –$ مرتبطة بأحد أطرافها بذرة هيدروجين و الطرف الأخر بمجموعة الكيل او ذرة هيدروجين صيغتها العامة $R – C^O – H$ و قانونها العام $C_nH_{2n}O$ و المجموعة الفعالة فيها هي مجموعة الكاربونيل .

الكيتونات

مركبات عضوية تحتوي علة مجموعة الكاربونيل مرتبطة بطرفيها بمجموعتين الكيل صيغتها العامة $R – C^O – R$ و قانونها العام $C_nH_{2n}O$ و المجموعة الفعالة فيها هي مجموعة الكاربونيل

الحوامض الكاربوكسيلية

مركبات عضوية المجموعة الفعالة فيها مجموعة الكاربوكسيل $– COOH$ صيغتها العامة $R – COOH$ وقانونها العام $C_nH_{2n}O_2$

الأسترات

مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكاربوكسيلية تشترك معها بوجود مجموعة مجموعة الكاربوكسيل $– C^O – O –$ ولكن يكمن الاختلاف بينهما في الجزء المرتبط بذرة الاوكسجين ففي الحوامض العضوية ترتبط بذرة هيدروجين و في الاسترات بمجموعة الكيل $R –$ صيغتها العامة $R – C^O – O – R$ وقانونها العام $C_nH_{2n}O_2$

الأمينات

مركبات عضوية تعتبر من مشتقات الامونيا حيث تحل محل مجموعة الكيل واحدة او اكثر محل ذرة هيدروجين او اكثر من الامونيا و تقسم على هذا الأساس الى امينات أولية RNH_2 و ثانوية R_2NH و ثالثية R_3N و صيغتها العامة $R – NH_2$ وقانونها العام $C_nH_{2n-3}N$.

حل أسئلة الفصل السابع

س 1 / نظم جدولاً يتضمن المعلومات حول كل من المركبات المبينة في أدناه و منها العائلة التي ينتمي اليها المركب ، اسم المركب ، المجموعة الوظيفية .

$CH_2 = CH_2$, $CH \equiv CH$, CH_3OCH_3 , CH_3CH_2OH , CH_3CH_2Cl $CH_3 - CH_3$

$CH_3CH_2NH_2$, $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - CH_3$, $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - H$, $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - OCH_3$, $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - OH$

الحل //

المركب	العائلة	اسم المركب	المجموعة الوظيفية
$CH_2 = CH_2$	الكين	ايثين	الأصرة مزدوجة
$CH \equiv CH$	الكاين	ايثاين	الأصرة الثلاثية
CH_3OCH_3	ايثر	ميثوكسي ميثان	$C - O - C$
CH_3CH_2OH	كحول	الأثيانول	$- OH$
CH_3CH_2Cl	هاليد الكيل	كلورو ايثان	$C - Cl$
$CH_3 - CH_3$	الكأن	ايثأن	لا يوجد
$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - OCH_3$	أستر	مثيل ايثانوات	$- \overset{O}{\overset{\|}{C}} - O -$
$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - H$	الديهايد	ايثانال (اسيتالديهايد)	$- \overset{O}{\overset{\|}{C}} - H$
$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - CH_3$	كيتون	بروبانون – 2 (اسيتون)	$- \overset{O}{\overset{\|}{C}} -$
$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - OH$	حامض كاربوكسيأتي	حامض الأيثانويك (حامض الخليك)	$- \overset{O}{\overset{\|}{C}} - OH$
$CH_3CH_2NH_2$	امين	اثيل امين	$- NH_2$

س 2 / انبوبتا اختبار تحتويان على سائلين غير ملونين في احدهما 1 – هكسانول وفي الاخرى هكسان ، كيف تميز بين السائلين ؟

الحل //

(1) هكسانول كحول اما هكسان فهو الكأن بالاكسدة بالعوامل المؤكسدة مثل $K_2Cr_2O_7 / H_2SO_4$ حيث يتأكسد 1 – هكسانول فيعطي الالديهايد المقابل ثم الحامض الكاربوكسياتي المقابل اما الهكسان فلا يتفاعل.

$$\underset{\text{1 – هكسانول}}{C_5H_{11} - CH_2 - OH} \xrightarrow[K_2Cr_2O_7 / H_2SO_4]{[O]} \underset{\text{هكسانال}}{C_5H_{11} - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - H} \xrightarrow[K_2Cr_2O_7 / H_2SO_4]{[O]} \underset{\text{هكسانويك}}{C_5H_{11} - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - OH}$$

$$\underset{\text{هكسان}}{C_6H_{14}} \xrightarrow{[O]} N . R$$

س 3 // اكتب المعادلات الكيميائية التي تمثل تحضير المركبات التالية من المادة الاولية المذكورة واي مواد اخرى مناسبة :

أ) 1 – بروبانول من 1 – كلورو بروبان . ب) الايثانول من الايثين .

ج) الايثانال من الايثانول . د) ايثانوات الصوديوم من مثيل ايثانوات.

الحل //

أ)
$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - Cl + H_2O \xrightarrow{KOH} CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + KCl$$

1 – كلورو بروبان ، كحولي ، 1 – بروبانول

ب)
$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3\ CH_2OH$$

ايثين ، كحول الاثيل (ايثانول)

ج)
$$CH_3\ CH_2\ OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2\ Cr_2\ O_7\ /\ H^+} CH_3 - \overset{\overset{O}{||}}{C} - H$$

كحول الاثيل (ايثانول) ، ايثانال

د)
$$CH_3 - \overset{\overset{O}{//}}{C} - OCH_3 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3 - \overset{\overset{O}{//}}{C} - O^-Na^+ + CH_3^{-----}$$

مثيل ايثانوات ، ايثانوات الصوديوم ، كحول الميثانول

س 4 // يتوافر في المختبر كل من المركبين 1 – كلورو بيوتان و 1 – بيوتين , ايهما تختار لتحضير 1 – بيوتانول ؟

الحل //

عند مقارنة الصيغ البنائية للمركبين المتوافرين في المختبر والمركب المراد تحضيره :

$CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_2\ Cl$ (2) 1 – كلورو بيوتان

$CH_3\ CH_2\ CH = CH_2$ (3) 1 – بيوتين

$CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_2\ OH$ (1) 1 – بيوتانول

نلاحظ ان المركب (1) كحول تقع مجموعة الكاربوكسيل على ذرة الكاربون (1) والمركب (2) هاليد الكيل تقع مجموعة الكلور على كاربون (1) , لذلك من الممكن ان يحول المركب (2) الى مركب باستخدام قاعدة قوية مثل KOH

$$CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_2\ Cl + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3\ CH_2\ CH_2\ CH_2OH + KCl$$

1 – كلورو بيوتان ، 1 – بيوتانال

اما المركب (3) فهو الكين ومن المكنن ان يتحول الى كحول بأضافة الماء بوسط حامض مثل H_2SO_4 لكن الناتج سيكون وحسب قاعدة ماركوفينيكوف كحول 2 – بيوتانول وليس 1 – بيوتانول .

$$CH_3\ CH_2\ CH = CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3\ CH_2\ \overset{\overset{OH}{|}}{C}HCH_3$$

1 – بيوتين ، 2 – بيوتانول

ولهذا نختار 1 – كلورو بيوتان بدلاً عن 1 – بيوتين

س 5 // اعط اسماء المركبات العضوية التالية على وفق نظام ايوباك

1) $CH_3(CH_2)_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - OH$

2) $CH_3CH_2 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}} - CH_2OH$

3) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Br$

4) $CH_3CH_2CH_2CH_2NH_2$

5) $CH_3(CH_2)_2\overset{O}{\overset{\|}{C}} - OCH_3$

6) $CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_2CH_3$

7) $CH_3(CH_2)_4\overset{O}{\overset{\|}{C}} - H$

8) $CH_3(CH_2)_2\overset{O}{\overset{\|}{C}} - CH_3$

الحل //

1) $CH_3(CH_2)_3\overset{O}{\overset{\|}{C}} - OH$
حامض البنتانويك

2) $CH_3CH_2 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}} - CH_2OH$
2,2 – ثنائي مثيل – 1 – بيوتانال

3) $CH_3\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,Br$
1 – بروموبنتان

4) $CH_3\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,NH_2$
1 – امينو بيوتان

5) $CH_3\,(CH_2)_2\,\overset{O}{\overset{\|}{C}} - OCH_3$
مثيل بيوتانوات

6) $CH_3\,CH_2\,CH_2\,\overset{O}{\overset{\|}{C}}\,CH_2\,CH_3$
3 – هكسان

7) $CH_3(CH_2)_4\,\overset{O}{\overset{\|}{C}} - H$
هكسانون

8) $CH_3(CH_2)_2\,\overset{O}{\overset{\|}{C}} - CH_3$
2 – بنتانون

س 6 // ما الصيغة البنائية للمركبات العضوية الاتية :

1) حامض 3,2 – ثنائي مثيل الهكسانويك
2) بيوتيل بيوتانوات
3) 3 – اثيل هبتانول
4) 3 – مثيل – 4 – هبتانون
5) 2 – مثيل – 2 – بنتانول
6) 3 – اثيل – 2 – امينوهكسان
7) 3 – كلورو هكسان
8) 2 – امينو – 2 – مثيل بيوتان
9) ثنائي بيوتيل ايثر
10) حامض – 3 – مثيل بنتانويك

الحل //

1) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH(CH_3) - CH(CH_3) - C(=O) - OH$

حامض 3,2 – ثنائي مثيل الهكسانويك

2) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH(CH_2CH_3) - CH_2 - CH_2 - OH$

3 – أثيل هيتانول

3) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - C(CH_3)(OH) - CH_3$

2 – مثيل – 2- بنتانول

4) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH(Cl) - CH_2 - CH_3$

3 – كلورو هكسان

5) $CH_3 - (CH_2)_3 - O - (CH_2)_3 - CH_3$

ثنائي بيوتيل ايثر

6) $CH_3 - (CH_2)_2 - C(=O) - O - CH_2 - CH_2CH_2 - CH_3$

بيوتيل بيوتانوات

7) $CH_3 - (CH_2)_2 - C(=O) - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$

3 – مثيل – 4 – هبتانون

8) $CH_3 - (CH_2)_2 - CH(CH_2CH_3) - CH(NH_2) - CH_3$

3 – اثيل – 2 – امينو هكسان

9) $CH_3 - CH_2 - C(NH_2)(CH_3) - CH_3$

2 – امينو – 2 – مثيل بيوتان

10) $CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - C(=O) - OH$

حامض – 3 – مثيل بنتانويك

س 7 // اكتب جميع الصيغ البنائية المحتملة لكل من المركبات الأتية مع تبيان المجموعة الوظيفية فيها و اكتب اسمائها حسب نظام ايوباك :

C_4H_9OH , C_2H_7N , C_4H_8O , $C_4H_8O_2$

(معلومة : يمكن للطالب عند حل هذا السؤال الأستعانة بالمعلومات التي تعلمها في الفقرة (7 – 1)

الحل //

حامض كاربوكسيلي أو أستر $C_4H_8O_2$

(حامض) المجموعة الوظيفية $-C(=O)OH$

2) $CH_3-CH(CH_3)-C(=O)-OH$
حامض 2 – مثيل بروبانويك

1) $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-OH$
حامض بيوتانويك

استر C_4H_8O

المجموعة الوظيفية $-C(=O)-O$

2) $H-C(=O)-O-CH_3-CH_2-CH_3$
ميثانوات البروبيل

1) $H-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3$
ميثانوات الأيزوبروبيل

3) $CH_3-C(=O)-O-CH_3-CH_3$
ايثانوات الأثيل

الديهايد أو كيتون C_4H_8O

المجموعة الوظيفية $-C(=O)-$

2) $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-H$
بيوتانال (الديهايد)

1) $CH_3-CH_2-C(=O)-CH_3$
2- بيوتانون (كيتون)

3) $CH_3-CH(CH_3)-C(=O)-H$
2 – مثيل بروبانول (الديهايد)

امين C_2H_7N

المجموعة الوظيفية $- NH$

$CH_3 - \underset{}{\overset{H}{\overset{|}{N}}} - CH_3$ ثنائي مثيل امين

$CH_3CH_2NH_2$ اثيل امين

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

كحول C_4H_9OH

المجموعة الوظيفية $- OH$

$CH_3 - CH_2 - \overset{OH}{\overset{|}{CH}} - CH_3$ 2 – بيوتانول

$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ 1 – بيوتانول

$CH_3 - \underset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - OH$ 2 – مثيل – 1 – بروبانول

$CH_3 - \overset{CH_3}{\overset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}} - OH$ 2 – مثيل – 2 – بروبانول

س 8 / اكتب المعادلات الكيميائية التي تعبر عن التفاعلات الأتية

1) مبتدئاً بالميثانال حضر الأيثانويك

2) مبتدئاً بالميثانول حضر الأيثانول

3) مبتدئاً ببروموبروبان حضر البروبانويك

الحل //

الهدف

1) $H - \overset{O}{\overset{||}{C}} - H \longrightarrow CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$

ميثانال (ذرة واحدة) ميثانويك (ذرتين)

$H - \overset{O}{\overset{||}{C}} - H + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3 - OH$ ميثانول

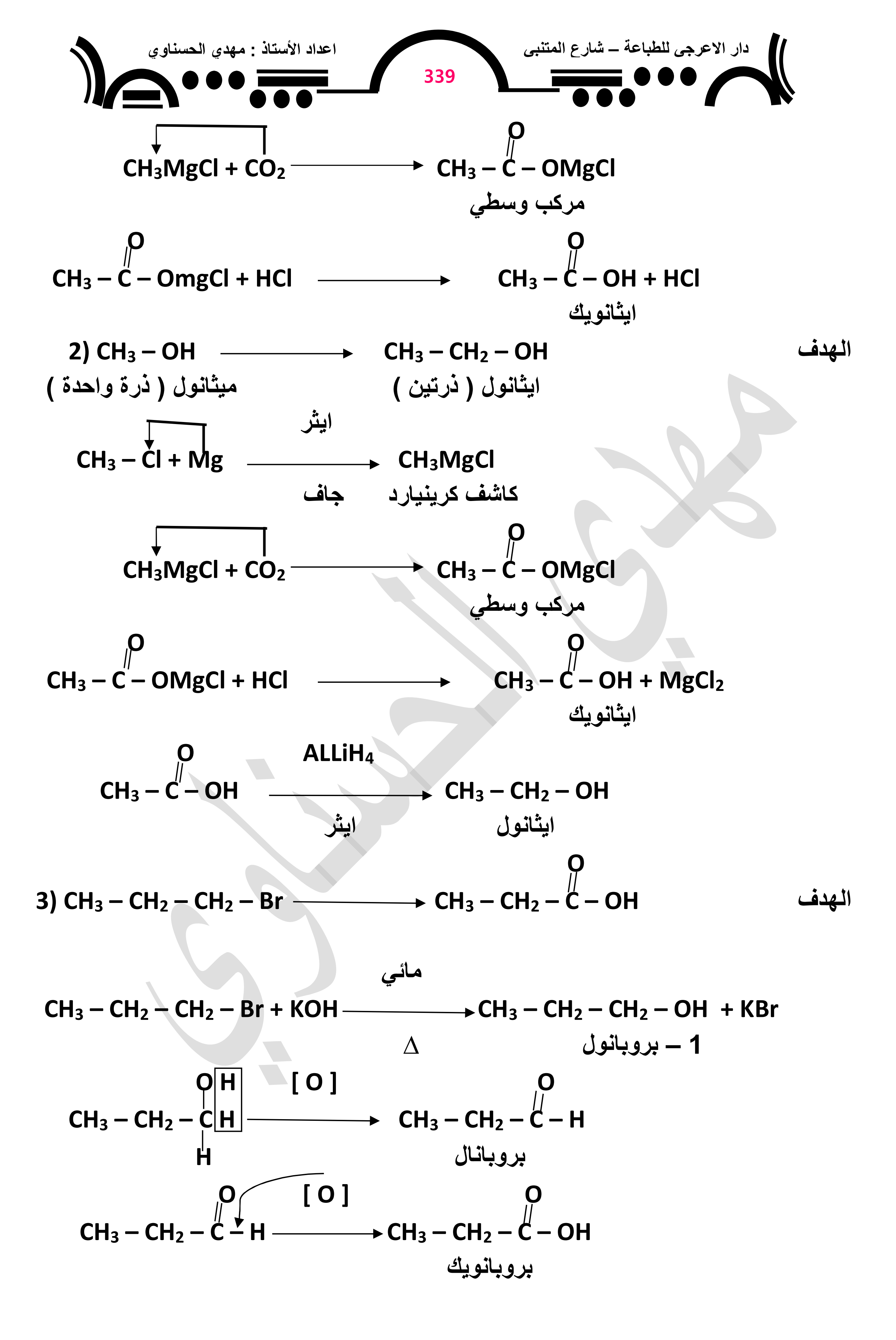
بيريدين

$3CH_3 - OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3 - Cl + H_3PO_4$

كلورو ميثان

$CH_3 - Cl + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{\text{ايثر}} CH_3MgCl$

كاشف كرينيارد
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~



$$CH_3MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OMgCl$$

مركب وسطي

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OmgCl + HCl \longrightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + HCl$$

ايثانويك

الهدف

$$2)\ CH_3-OH \longrightarrow CH_3-CH_2-OH$$

ميثانول (ذرة واحدة)   ايثانول (ذرتين)

$$CH_3-Cl + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{\text{ايثر}} CH_3MgCl$$

كاشف كرينيارد

$$CH_3MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OMgCl$$

مركب وسطي

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OMgCl + HCl \longrightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + MgCl_2$$

ايثانويك

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow[\text{ايثر}]{ALLiH_4} CH_3-CH_2-OH$$

ايثانول

الهدف

$$3)\ CH_3-CH_2-CH_2-Br \longrightarrow CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

$$CH_3-CH_2-CH_2-Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{\text{مائي}} CH_3-CH_2-CH_2-OH + KBr$$

1 – بروبانول

$$CH_3-CH_2-\underset{H}{\overset{OH}{C}}H \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

بروبانال

$$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

بروبانويك

س 9 / مركب عضوي قانونه العام $C_nH_{2n-2}O$ كتلته المولية 60 g/ mol لا يستجيب لكاشف لوكاس و لكنه يتأكسد تماماً اكتب الصيغة الجزئية و التركيبية للمركب . ثم اذكر التفاعل مع تسمية النواتج و كتابة القانون العام و المجموعة الفعالة لكل ناتج .

وزاري 2015 تمهيدي

الحل //

$C_nH_{2n} + 2O = M$

$12n + 2n + 2 + 16 = 60$

$14n = 60 - 18$

عدد ذرات C $n = \frac{42}{14} = 3$

الصيغة الجزئية $C_3H_{2*3+2}O \Rightarrow C_3H_8O$

بما انه لا يستجيب لكاشف لوكاس لذلك فإنه كحول اولي $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

1 – بروبانول

$$CH_3 - CH_2 - \underset{}{CH_2}(OH) \xrightarrow{[O]} CH_3 - CH_2 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - H \xrightarrow{[O]} CH_3 - CH_2 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - OH$$

1 – بروبانول	بروبانال	بروبانويك
$C_nH_{2n+2}O$	$C_nH_{2n}O$	$C_nH_{2n}O_2$
المجموعة العامة	مجموعة كاربونيل	مجموعة كاربوكسيل
$-OH$	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$



س 10 // اختر الأجابة الصحيحة فيما يأتي :-

1 – عند تسخين الأيثانول CH_3CH_2OH مع حامض الكبريتيك المركز ينتج المركب العضوي :

أ) $CH_3C^O - H$ ب) $CH_2 = CH_2$ ج) CH_3COOH د) $CH_3 - CH_3$

2 – المركب الناتج من اكسدة المركب 2 – بروبانول بأستخدام $K_2Cr_2O_7$ في وسط حامضي هو

أ) بروبانول ب) بروبانون ج) بروبين د) حامض البروبانويك

3 – عند اختزال البروبانال بوساطة H_2 و بوجود Ni فأن المركب الناتج :

أ) حامض البروبانويك ب) 1 – بروبانول ج) 2 – بروبانون د) بروبانون

4 – الغاز الناتج من تفاعل فلز الصوديوم مع كحول الأيثانول :

أ) CO_2 ب) O_2 ج) CO د) H_2

5 – عند اضافة ملغم (الزئبق – خارصين) الى الأيثانال بوجود حامض HCl ينتج :

أ) كحول أولي ب) كحول ثانوي ج) كحول ثالثي د) الكان

6 – الغاز الناتج من تفاعل حامض الأيثانويك مع كاربونات الصوديوم الهيدروجينية هو :

Ă H_2 ب) CO_2 ج) O_2 د) CO

7 – يستخدم كاشف لوكاس (اللامائي $HCl / ZnCl_2$) للتمييز بين :2016 دور اول

Ă الكحولات الأولية و الثانوية و الثالثية ب) الألديهايدات و الكيتونات ج) الأمينات الأولية و الثانوية

8 – عدد الصيغ البنائية المحتملة للمركب $C_3H_6Br_2$ هو :

Ă 2 ب) 3 ج) 4 د) 5

9 – يمكن أن تتكون أواصر هيدروجينية ضمنية بين المادة الأتية :

Ă 2 – بروبانون ب) بروبانول ج) ثلاثي مثيل امين د) 2 – مثيل – 2 - بروبانول

10 – تتكون المرآة الفضية نتيجة مفاعلة محلول هيدروكسيد الفضة الأمونياكي $Ag(NH_3)OH$

لأحد المركبات التالية و هو ما يدعى كاشف تولن :

Ă كيتون ب) الديهايد ج) كحول ثالثي د) الكان

11 – اي من المركبات التالية تتفاعل مع محلول فهلنك :

Ă $CH_3C^O - OCH_3$ ب) $CH_3C^O - H$ ج) $CH_3C^O - OH$ د) $CH_3 - C^O - CH_3$

12 – نوع من التفاعل الذي يحول البروبانون الى 2 – بروبانول يسمى تفاعل :

Ă تأكسد ب) حذف ج) اختزال د) استبدال

الحل //

1) ب – $CH_2 = CH_2$
2) ب – بروبانون
3) ب – 1 - بروبانول
4) د – H_2
5) د – الكأن
6) ب – CO_2
7) أ – الكحولات الأولية و الثانوية و الثالثية
8) ج – 4
9) ب – بروبانول
10) ب – الديهايد
11) ب – $CH_3C^O - H$
12) ج – اختزال

س 11 // اكتب ممثلاً بالمعادلات تحضير حامض البيوتانويك ، بأستخدام كاشف كرينيارد و هاليد الكيل مناسب

الحل // نختار 1 – كلورو بروبان اتحضير كاشف كرينيارد

$$CH_3CH_2CH_2 - Cl + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{\text{ايثر}} CH_3CH_2CH_2MgCl$$

$$CH_3CH_2CH_2MgCl + CO_2 \xrightarrow[\text{جاف}]{\text{ايثر}} CH_3CH_2CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}}O - MgCl$$

$$CH_3CH_2CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}}O - MgCl \xrightarrow{H_2O\ /\ H^+} CH_3CH_2CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$$

حامض البيوتانويك

س 12 // فيما يلي سلسلة من التفاعلات التي تبدأ بالأيثين $CH_2 = CH_2$ ، اكتب الصيغ البنائية لكل من النواتج العضوية بدءاً من A الى E

$$CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow A$$

$$A + KOH \xrightarrow{H_2O} B$$

$$B \xrightarrow{K_2Cr_2O_7} C \xrightarrow{K_2Cr_2O_7} D$$

$$D + NaHCO_3 \xrightarrow{H^+} E + CO_2 + H_2O$$

الحل //

$$CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$$

كلورو ايثان

$$\underset{A}{CH_3CH_2Cl} + KOH \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2OH + KCl$$

كحول الأيثانول B

$$\underset{B}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7\ /\ H^+} \underset{C}{CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - H} \xrightarrow[K_2Cr_2O_7\ /\ H^+]{\text{[O]}} \underset{D}{CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH}$$

الايثانال (C)   حامض الأيثانويك (D)

$$\underset{D}{CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH} + NaHCO_3 \longrightarrow \underset{E}{CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - O^-Na} + CO_2 + H_2O$$

حامض الأيثانويك (D)   ايثانوات الصوديوم (E)

س 13 // كيف تميز مختبرياً بين كل زوج من المركبات الأتية :

1) بروبانال و بروبانون
2) 1 – بنتانول و بنتان
3) بيوتانال و حامض البيوتانويك
4) 2 – مثيل – 2 – بروبانول و - بروبانول
5) الأيثانول و حامض الأيثانويك
6) اثيل امين و الأيثان

الحل // 1) بروبانال و بروبانون

نستخدم كاشف تولن (هيدروكسيد الفضة الأمونياكي) للتمييز بينهما حيث يتفاعل 1 – بروبانول لكونه الديهايد يحوي هيدروجين حامضية فيكون مرآة الفضة ، اما البروبانون فهو كيتون ل يعطي هذا الكشف .

$$CH_3CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - O^-NH_4^+ + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

1 – بروبانال   مرآة فضية

$$CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_3 + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow N.R$$

2 – بروبانون

2 – بنتانول و بنتان

ان 1 – بنتانول كحول ، و الكحولات تتفاعل مع الفلزات مثل Na فتعطي الكوكسيدات و تحرر غاز H_2 بشكل فقاعات لكن البنتان و هو الكان يكون غير فعال فلا يتفاعل و لا يحرر غاز الهيدروجين

$$2CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH + 2Na \longrightarrow 2CH_3(CH_2)_4 - O^-Na^+ + H^2\uparrow$$

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3 + Na \longrightarrow N.R$$

3) بيوتانال و حامض البيوتانويك

البيوتانال الديهايد يمكن اكسدته الى الحامض البيوتانويك اما الحامض فلا

$$CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{||}{C}} - H \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3CH_2CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$$

1 – بيوتانال   حامض البيوتانويك

$$CH_3CH_2CH_2 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} N.R$$

حامض البيوتانويك

4) 2 – مثيل – 2 – بروبانول و 1 – بروبانول

ان المركب 2 – مثيل – 2 – بروبانول عبارة عن كحول ثالثي يتفاعل مع كاشف لوكاس ليعطي طبقة من هاليد الألكيل مباشرة . اما 1 – بروبانول فهو كحول اولي لا يتفاعل مع كاشف لوكاس في الظروف الأعتيادية .

$$CH_3 - \underset{OH}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}} - CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3 - \underset{Cl}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}} - CH_3 + H_2O$$

$$CH_3CH_2CH_2 - OH + HCl \longrightarrow N.R$$

1 – بروبانول

5) الأيثانول و حامض الأيثانويك

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3\overset{O}{\overset{||}{C}} - H$$

ايثانول ← ايثانال

$$CH_3COOH + HCl \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7 / H^+} NO . R$$

ايثانويك

6) اثيل امين و الأيثان

اثيل امين هو امين و تعد الامينات من القواعد تتفاعل مع الحوامض لتعطي ملح الأمين ، بينما الأيثان الكان لا يتفاعل مع الحوامض أو القواعد .

$$CH_3CH_2 - NH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2 - NH_3\,Cl^-$$

$$CH_3 - CH_3 + HCl \longrightarrow N.R$$

س 14 // وضح بمعادلات كيميائية ، كيف تحدث التحولات الأتية :-

أ) $CH_3 - \underset{Cl}{\overset{CH_3}{C}} - CH_3 \longrightarrow CH_3 - \underset{OH}{\overset{CH_3}{C}} - CH_3$

ب) $CH_3 - \overset{O}{C} - CH_3 \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_3$

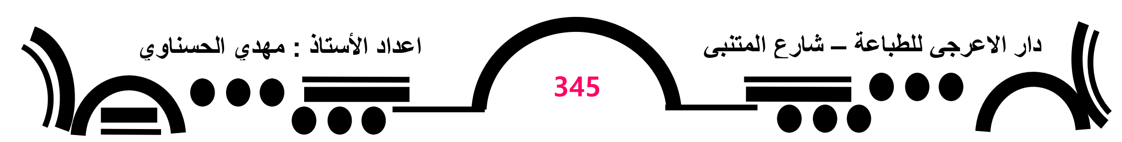
ج) 1 – بيوتين ← 2 – بيوتانول

الحل //

أ) $CH_3 - \underset{Cl}{\overset{CH_3}{C}} - CH_3 + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3 - \underset{OH}{\overset{CH_3}{C}} - CH_3$

ب) $CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_3 \xrightarrow[HCl]{Zn / Hg} CH_3 - CH_2 - CH_3$

ج) $CH_3CH_2CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2 - \underset{OH}{CH} - CH_3$



س 15 // اكتب الاسم و الصيغة البنائية للكحول الذي يتأكسد ليعطي :

Ă ايثانال   ب) مثيل بروبانال   ج) 2 – بيوتانون

الحل //

Ă ايثانال

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

ايثانول   ايثانال

بـĂ 2 – مثيل بروبانال

$$CH_3-\underset{CH_3}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

$$CH_3\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}CH_2OH \xrightarrow{[O]} CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

2 – مثيل بروبانول   2 – مثيل بروبانال

ج) 2 – بيوتانون

$$CH_3\overset{OH}{\overset{|}{CH}}CH_2CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2CH_3$$

2 – بيوتانول   2 – بيوتانون

س 16 // ادرس مخطط التفاعل التالي واجب عن الاسألة التي تليه :

$$C_4H_9Br \xrightarrow[A]{OH} C_4H_9OH \xrightarrow[B]{K_2Cr_2O_7} C_4H_8O \xrightarrow[C]{\text{محلول فهلنك}} \text{لايتفاعل}$$

اكتب الصيغ البنائية لكل من A و B و C   ب) اعط اسماء كل من A و B و C

ج) ايهما اعلى درجة غليان C ام B , لماذا ؟   د) اكتب صيغة بنائية اخرى للمركب B لايتأكسد بواسطة $K_2Cr_2O_7$ المحمضة .

الحل //

أ و ب

$$\underset{A}{C_4H_9Br} \longrightarrow CH_3CH_2\overset{Br}{\overset{|}{C}}HCH_3$$

2 – بروموبيوتان

$$CH_3CH_2\overset{Br}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow{OH} CH_3CH_2\overset{OH}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}CH_3 \xrightarrow[\text{فهلنك}]{\text{محلول}} N.R$$

2 – بروموبيوتان (A)   2 – بيوتانول (B)   2 – بيوتانون (C)

ج) المركب C وهو 2 – بيوتانون (كيتون) اما B فهو (كحول) 2 – بيوتانول والذي يكون اعلى درجة غليان بسبب انه يكون اواصر هيدروجينية بينية اما C فلا .

د) الصيغة البنائية الاخرى للمركب B هو كحول ثالثي لايتأكسد بواسطة $K_2Cr_2O_7 / H^+$ وهو

$$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}}-OH$$

س 17 // يتفاعل اثنان من المركبات الواردة ادناه في وسط حامضي , لينتج مركب له رائحة مقبولة وصيغته $C_4H_8O_2$, حدد المركبين , ومثل التفاعل الحاصل بينهما بمعادلة كيميائية .

CH_3CH_3 , CH_3CH_2OH , CH_3CHO , CH_3COOH , $CH_3CH_2OCH_3$

الحل //

يتفاعل CH_3CH_2OH وهو كحول CH_3COOH وهو حامض لينتج استر كما في المعادلة الاتية :-

$$CH_3CH_2OH + CH_3COOH \longrightarrow CH_3-C-OCH_2CH_2CH_3 + H_2O$$

ايثانول حامض الايثانويك اثيل ايثانوات

س 18 // اكتب معادلات كيميائية تبين تحضير المواد التالية , مبتدئاً من الايثانول واي مواد غير عضوية او عضوية مناسبة .

Ă حامض الايثانويك CH_3COOH ب) اثيل ايثانوات $CH_3COOCH_2CH_3$

ج) كلورو ايثان CH_3CH_2Cl د) اثيل كلوريد المغنيسيوم CH_3CH_2MgCl

الحل //

Ă
$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

ايثانول ايثانال حامض الايثانويك

بĂ
$$CH_3CH_2OH + CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_3$$

ج)
$$3CH_3CH_2OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3CH_2Cl + H_3PO_3$$

ايثانول كلورو ايثان

د)
$$3CH_3CH_2OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3CH_2Cl + H_3PO_3$$

ايثانول كلورو ايثان

$$CH_3CH_2Cl + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{\text{ايثر}} CH_3CH_2MgCl$$

س 19 // مبتدئاً من الاثيلين $CH_2 = CH_2$ بين بالمعادلات تحضير كل من :

Ă الايثانال ب) اثيل كلوريد المغنيسيوم ج) اثيل هكسانوات

الحل //

Ă
$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$$

اثيليم ايثانول

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[K_2Cr_2O_7 / H^+]{[O]} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$$

ايثانول ايثانال

بـ

$$CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3\,CH_2\,Cl$$

اثيلين — كلورو ايثان

$$CH_3\,CH_2\,Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3\,CH_2\,MgCl + H_3PO_3$$

ج)

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\,CH_2\,OH$$

اثيلين — ايثانول

$$CH_3\,CH_2\,OH + CH_3\,(CH_2)_4 - \overset{O}{C} - OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3\,(CH_2)_4 - \overset{O}{C} - OCH_2\,CH_3 + H_2O$$

ايثانول — حامض الهكسانويك — هكسانوات الاثيل

س 20 // استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A , B , C , D , E في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كاربون :

$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

وزاري 2013 دور ثالث

الحل //

$$CH_3 - CH = CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3 - \underset{}{\overset{Cl}{CH}} - CH_3 \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} CH_3 - \overset{CH_3}{CH} - Mg\,Cl + CO_2$$

بروبين (A) — 2 – كلورو بروبان (B) — كاشف كرينيارد

$$CH_3 - \overset{CH_3}{CH} - CO_2MgCl \xrightarrow{HCl} Mg\,Cl_2 + CH_3 - \overset{CH_3}{CH} - COOH$$

مركب وسطي D — حامض 2 – مثيل بروبانويك

$$A \longrightarrow CH_3 - CH = CH_2$$

$$B \longrightarrow CH_3 - \overset{Cl}{CH} - CH_3$$

$$C \longrightarrow CH_3 - \overset{CH_3}{CH} - MgCl$$

$$D \longrightarrow CH_3 - \overset{CH_3}{CH} - CO_2MgCl$$

$$E \longrightarrow CH_3 - \overset{CH_3}{CH} - COOH$$

س 21 / عبر بصيغ تركيبية و بالمعادلات الكيميائية لكل من :

1) التحلل المائي للبروبين بوجود حامض الكبريتيك ثم أكسدة الناتج

2) مبتدئاً بالأيثانال و ما تحتاج اليه حضر الايثان وكذلك اثيل الأمين

الحل //

1) التحلل المائي للبروبين بوجود H_2SO_4 ثم اكسدة الناتج

$$CH_3-CH=CH_2+H^+OH^- \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-\underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}H-CH_3$$

2 – بروبانول

$$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_3 \xrightarrow{[\,O\,]} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3+H_2O$$

بروبانون

2) مبتدئاً بالايثانال حضر الايثان و اثيل امين

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn\,/\,Hg} CH_3-CH_3$$

ايثان

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H+H_2 \xrightarrow[[\,Red\,]]{[\,Ni\,]} CH_3-CH_2-OH$$

ايثانول

$$CH_3-CH_2-\boxed{OH\;+H}-\underset{\underset{H}{|}}{N}-H \xrightarrow[\Delta]{AL_2O_3} CH_3-CH_2\,NH_2+H_2O$$

اثيل امين



س 22 // يتكون المركب (A) من ثلاث ذرات كاربون ، و يتأكسد ليعطي المركب (B) و هذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك ، و عند تفاعل المركب (A) مع فلز الصوديوم ينتج المركب (C) ، اما اذا اختزل المركب (B) فأنه يعطي المركب (A)

Ă اكتب الصيغ البنائية لكل من : A و B و C ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات : A و B و C

وزاري 2013 دور ثاني

الحل // المركب A هو كحول ثانوي يتأكسد فيعطي كيتون الذي لايعطي كشف محلول فهلنك و يتفاعل المركب A مع فلز الصوديوم ليعطي الكوكسيدات . و اذا اختزل الكيتون فأنه يعطي الكحول A

1) $$CH_3-\underset{\underset{\text{2 – بروبانول (A)}}{}}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}H}-CH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7 / H^+} CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3$$

2 – بروبانول (A) ← بروبانون (B)

2) $$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3 + 2Cu(OH)_2 + NaOH \longrightarrow N.R$$

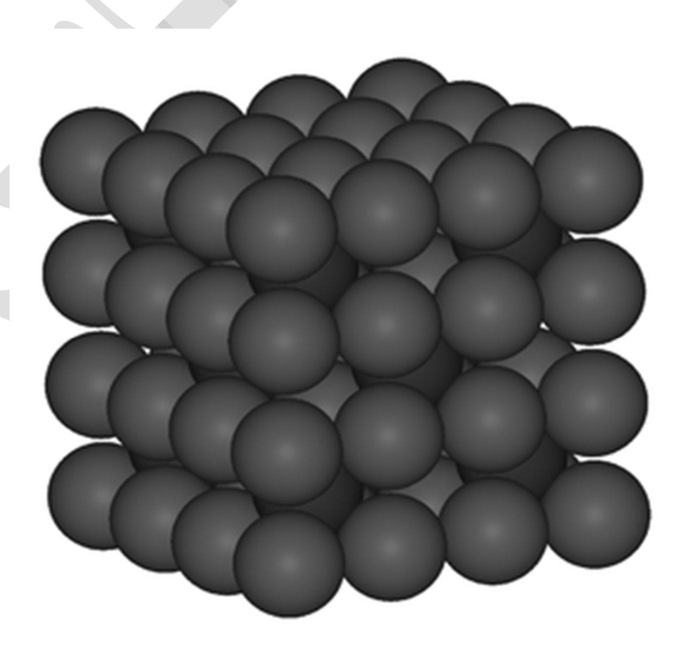
B — محلول أزرق

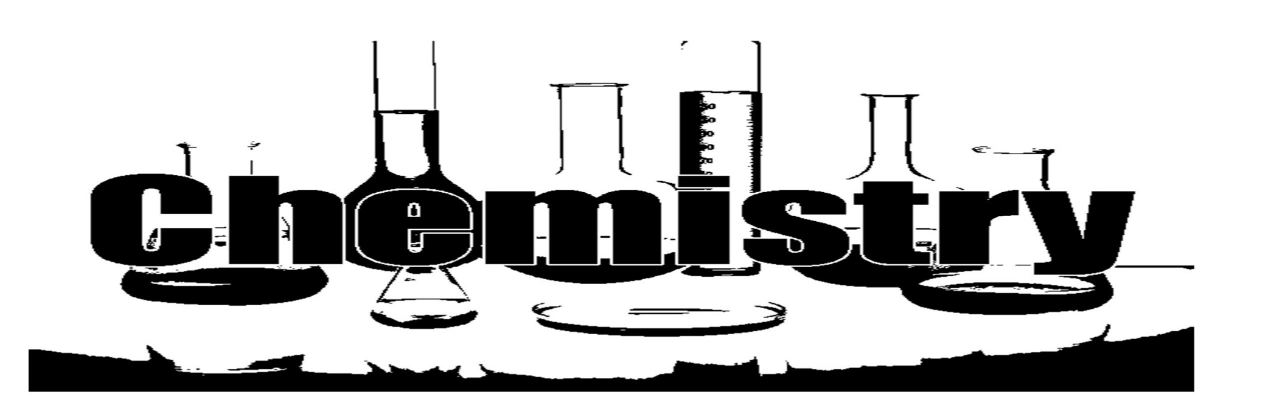
3) $$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_3 + 2Na \longrightarrow CH_3-\overset{ONa}{\overset{|}{C}}H-CH_3 + H_2$$

2 – بروكسيد الصوديوم

4) $$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-CH_3 \xrightarrow[Pt]{H_2} CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_3$$

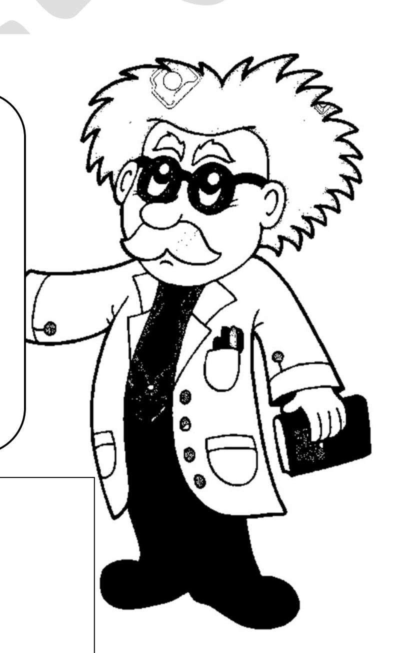
B





للصف السادس علمي
الفرع الاحيائي

اعداد الأستاذ
مهدي الحسناوي
07807502408



الفصل الثامن
الكيمياء الحياتية



الفصل الثامن

الكيمياء الحياتية

الكيمياء الحياتية :- العلم الذي يعنى بكيمياء التراكيب الحيوية في اجسام المخلوقات الحية ويدرس التغيرات الكيميائية التي تحدث في جسم الانسان او اجسام المخلوقات الحية حيث يربط بين المجال الكيميائي والمجال الحيوي الوضيفي لتلك المخلوقات .

الكاربوهيدرات :

ما هي الكاربوهيدرات ؟ وما انواعها وخصائصها ؟

الكاربوهيدرات // مركبات عضوية تحتوي على كاربون وهيدروجين واوكسجين وتكون فيها نسبة الاوكسجين مرتفعة وصيغتها التركيبية $(CH_2O)_n$ تبين ان كل ذرة كاربون ترتبط بجزيئة ماء $Cn(H_2O)_n$ لذا يطلق عليها اسم كاربوهيدرات المشتقة من كاربون وهيدروجين . وقد تكون جزيئاتها بسيطة او معقدة

∴ **انواعها :** (1) كاربوهيدرات بسيطة
(2) كاربوهيدرات معقدة

ومن خصائصها : تكون على شكل سلاسل كاربونية مستمرة قابلة للألتفاف وتشكيل جزيئات ذات سلاسل كاربونية حلقية ويكون التركيبان الحلقي والمستمر في حالة اتزان مستمر .

اصناف الكاربوهيدرات

1) كاربوهيدرات احادية التكسر (سكريات احادية) مثل الكلوكوز والفركتوز .
2) كاربوهيدرات ثنائية التكسر (سكريات ثنائية) مثل الكروز والمالتوز واللاكتوز .
3) كاربوهيدرات متعددة التكسر (سكريات متعددة) مثل النشأ والسيليلوز .

سكر الكلوكوز // من الكاربوهيدرات احادية التكسر وهو عبارة عن بلورات صلبة له درجة غليان عالية يوجد في الطبيعة والدم وفي فاكهة العنب لذا يسمى بسكر العنب الصيغة الجزيئية له $C_6H_{12}O_6$ او $C_6(H_2O)_6$ وشكله البنائي يتوقف على الحالة التي يوجد بها وصيغته البنائية المفتوحة تحتوي على عدة مجاميع هيدروكسيل ومجموعة الديهايد واحدة .

سكر الفركتوز // من الكاربوهيدرات احادية التكسر يوجد في العسل ومعظم الفواكه لذا يسمى بسكر الفواكه صيغته الجزيئية $C_6H_{12}O_6$ او $C_6(\ H_2O\ )_6$ تتشابه خواصه الفيزيائية مع سكر الكلوكوز وصيغته البنائية المفتوحة تحتوي على عدة مجاميع هيدروكسيل ومجموعة كيتون واحدة .

السكروز // من الكاربوهيدرات ثنائية التكسر يستخلص من نبات القصب لذا يدعى بسكر القصب صيغته الجزيئية $C_{12}H_{22}O_{11}$ وكل جزيء سكروز يتكون من جزئ كلوكوز وفركتوز مرتبطين ببعضهما من خلال اصرة (كلايكو سايد) تنشأ بأنتزاع جزيء منها $C_{12}(H_2O)_{11}$ ومن السهل ان يتحلل السكروز في عملية الهضم في الجسم .

النشأ // من الكاربوهيدرات متعددة التكسر جزيئاتها تنشأ من وحدات من الكلوكوز يتم ترابطها من خلال فك الاصرة الثنائية في الكاربونيل وتكوين بوليمر من جزيئات الكلوكوز .

السيليلوز // من الكاربوهيدرات متعددة التكسر ويتكون من بوليمر ضخم للكلوكوز ويختلف عن النشأ في الشكل والخواص بسبب اختلاف عدد وحدات الكلوكوز المكونة لكل منها واختلاف ترابطها مع بعضها وتعتبر الياف المواد الخشبية وقشور بعض الثمار في الفواكه كالتمر المصدر الطبيعي له .

علل // صفات الكلوكوز الكيميائية تشبه الى حد كبير صفات الكحولات والالديهايد ؟

ج // لان صيغته تظهر احتوائه على عدد كبير من مجاميع الهيدروكسيل ومجموعة الديهايد واحدة .

علل // يصنف الفركتوز على انه من السكريات المختزلة رغم احتوائه على مجموعة كاربونيل كيتونية ؟

ج // بسبب قابليته الشاذة على التأكسد بمؤكسد مثل كاشف تولن او محلول فهلنك الامر الذي لم نعهده في الكيتونات

الكشف عن النشأ :-

يمكن الكشف عن النشأ بأضافة قطرات من المحلول المائي للنشأ الى محلول اليود في يوديد البوتاسيوم وظهور اللون الازرق دلالة على ان المادة المضافة هي النشأ .

البروتينات // تتكون من الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين واحياناً تحتوي على الكبريت والفسفور , والمصدر الاساس لها هو الاجسام الحية وخاصة الحيوية والاصل اليوناني لكلمة بروتين يعني (PrO) الاول والثاني (teins) يعني الاهمية والاساس . وتأتي اهميتها انها تساهم في بناء انسجة المخلوقات الحية , وتتكون البروتينات من ارتباط اعداد كبيرة من الاحماض الامينية ترتبط مع بعضها بعد فقدها لجزيئة ماء بالاواصر الاميدية (البيتيدية) و أحد طرفي جزيئة البروتين عبارة عن مجموعة كاربوكسيلية والطرف الاخر امين وفي ثناياه عدد من المجاميع الاميدية .

الاحماض الامينية // هي الوحدة الاساسية لبناء البروتين وتمثل بالصيغة العامة

$$H_2N-\underset{R}{\overset{H}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

وتختلف الاحماض الامينية فيما بينها بمجموعة الالكيل التي تقع بين مجموعة الكاربوكسيل والامين .

تمرين (8 – 1)

علل / ان البروتينات مواد ذات صفات حامضية – قاعدية (مواد امفوتيرية)

ج // لان اساس البروتينات هو الحوامض الامينية التي تتكون من مجموعة الامين القاعدية ومجموعة الكاربوكسيل الحامضية وبذلك تمتلك صفات حامضية وقاعدية تبعاً لذلك ويمكن ان تتفاعل مع الحوامض والقواعد فلها سلوك امفوتيري

وزاري
2014
دور أول

الانزيمات // صنف من اصناف البروتينات موجودة في جميع خلايا الجسم كعوامل مساعدة عضوية للتعليل من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل عنه بدون انزيم . وتتكون داخل جسم الكائن الحي وتتجدد بأستمرار لانها تفقد فعاليتها بمرور الزمن وتتلف بالحرارة ويكون عملها ضمن نطاق معين من PH وتعمل بصورة مستقلة ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم , والتمثيل الغذائي وعملية التنفس .

انواع الانزيمات /

1) الانزيمات الداخلية : وتعمل داخل الخلية نفسها مثل الانزيمات التأكسدية .
2) الانزيمات الخارجية : تعمل خارج الخلايا مثل الانزيمات الهاضمة .

علل // تتجدد الانزيمات بأستمرار في داخل جسم الكائن الحي ؟

ج // لانها تفقد فاعليتها بمرور الزمن في اثناء التفاعلات الحيوية ويكون عملها ضمن PH معينة وتتلف بالحرارة . ولها مضادات توقف عملها .

الدهون // المادة الاساس التي يختزنها الجسم للحصول على الطاقة عند الحاجة ان هضمها او اكسدتها يؤدي الى تحرر كميات من الطاقة توجد في الشحوم الحيوانية وتتركز في الزيوت النباتية كبذور نباتات القطن والسمسم

س // ما التركيب الكيميائي للدهون ؟

ج // الدهون عبارة عن الاستر الثلاثي للكليسرول مع الحوامض الشحمية والتي تتكون من سلسلة هيدروكاربونية طويلة ($C_{24} – C_{12}$) ولها مجموعة كاربوكسيلية طرفية ويدعى هذا التركيب بثلاثي الكليسرايد

الصابون // مركبات عضوية لملح الصوديوم او البوتاسيوم للحامض الدهني نحصل عليه من عملية الصوبنة بفعل القواعد القوية كهيدروكسيد الصوديوم او البوتاسيوم مع الزيت او الدهن ويتوقف عمل الصابون على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن . وتتوقف جودة الصابون على نوع الدهون المستخدمة .

تمرين (8 – 2)

لماذا لايستخدم الكالسيوم او المغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم والبوتاسيوم في صناعة الصابون ؟

ج // لان ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغو الصابون في الماء عند وجود تلك الايونات فيه لذا لايمكن استخدام هذين العنصرين في صناعة الصابون .

وزاري

2015 دور ثالث	2014 تمهيدي

ملاحظة // (1) // استخدام (NaOH) في صناعة الصابون ينتج الصابون الصلب .
(2) استخدام (KOH) في صناعة الصابون ينتج الصابون السائل المستخدم في الغسل والحلاقة

بعض الأسئلة الوزارية

س1 /

على ماذا يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبن ؟ وعلى ماذا تتوقف جودة الصابون ؟

وزاري

2013 خارج العراق

2013 دور ثالث

2014 دور ثاني

ج / يعتمد الصابون على

1) نوع القاعدة المستخدمة :- عند استخدام NaOH ينتج صابون صلب

اما عند استخدام KOH ينتج صابون سائل

2) نوع الزيوت او الدهن :- حيث تتوقف جودة الصابون على نوع الدهون المستخدمة .

س2 /

عرف الانزيمات الداخلية



الجواب // هي مركبات بروتينية تعمل داخل الخلية وليس لها القابلية على التنافر خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية

س3 /

اكمل الفراغ :- هنالك نوعان من الانزيمات هي ــــــــــــــ و ــــــــــــــ .

وزاري

2013 دور ثاني

الجواب الانزيمات الداخلية و الانزيمات الخارجية .

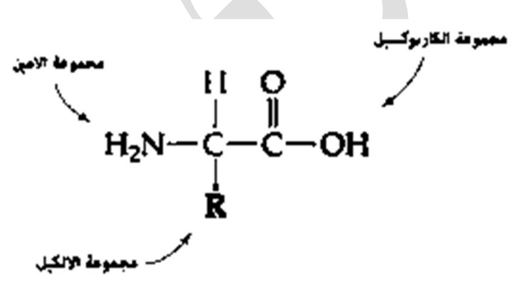
س4 / اكتب الصيغة العامة للأحماض الأمينية و ما المجموعتان الوظيفيتان اللتان تشترك فيها جميع الأحماض الأمينية .

الجواب / الأحماض الأمينية :- هي الوحدة الأساسية لبناء البروتين تشترك بمجموعتي (الكاربوكسيل و الأمين) وتختلف بمجموعة الألكيل .

الصيغة العامة :



2015 دور ثاني



المفاهيم الأساسية

الكيمياء الحياتية Biochemistry

العلم الذي يعني بكيمياء التراكيب الحيوية في اجسام المخلوقات الحية و يدرس التغيرات الكيميائية التي تحدث في جسم الأنسان او اجسام المخلوقات الحية حيث يربط بين المجال الكيميائي و المجال الحيوي الوظيفي لتلك المخلوقات .

الكاربوهيدرات Carbohydrates

مركبات عضوية تحتوي على كاربون و هيدروجين و اوكسجين و تكون فيها نسبة الأوكسجين مرتفعة و من الصيغة التركيبية $(CH_2O)_n$ لها تبين ان كل ذرة كاربون ترتبط بجزيئة ماء $C_n(H_2O)_n$ لذا يطلق عليها اسم كاربوهيدرات المشتق من كاربون و ماء (hydrate) قد تكون جزيئتها بسيطة مثل السكريات الأحادية و الثنائية او معقدة مثل النشأ و السيليلوز .

سكر الكلوكوز

و يعد من الكاربوهيدرات أحادية التسكر و هو عبارة عن بلورات صلبة له درجة غليان عالية يوجد في الطبيعة او الدم و في فاكهة العنب لذا يسمى بسكر العنب الصيغة الجزيئية له $C_6H_{12}O_6$ او $C_6(H_2O)_6$ و شكله البنائي يتوقف على الحالة التي يوجد بها و صيغته البنائية المفتوحة تحتوي على عدة مجاميع هيدروكسيل و مجموعة الدهايد واحدة .

سكر الفركتوز

ويعد من الكاربوهيدرات أحادية التسكر يوجد في العسل و معظم الفواكه لذا يسمى بسكر الفواكه صيغته الجزيئية $C_6H_{12}O_6$ او $C_6(H_2O)_6$ تتشابه خواصه الفيزيائية مع سكر الكلوكوز و صيغته البنائية المفتوحة تحتوي على عدة مجاميع هيدروكسيل ومجموعة كيتون واحدة .

السكروز

و يعد من الكاربوهيدرات ثنائية التسكر يستخلص من نبات القصب لذا يدعى بسكر القصب صيغته الجزيئية $C_{12}H_{22}O_{11}$ و كل جزيء سكروز يتكون من جزيء كلوكوز و جزيء فركتوز مرتبطين ببعضهما من خلال اصرة (كلايكو سايد) تنشأ بانتزاع جزيء منها $(C_{12}(H_2O)_{11})$ و من السهل ان يتحلل السكروز اليها في عميلة الهضم التي تحدث في اجسامنا .

النشأ

و يعد من الكاربوهيدرات متعددة التسكر جزيئتها تنشأ من وحدات من الكلوكوز يتم ترابطها من خلال فك الأصرة الثنائية في الكاربونيل و تكوين بوليمر من جزيئات الكلوكوز

السليلوز

ويعد من الكاربوهيدرات متعددة التسكر ويتكون من بوليمر ضخم للكلوكوز ويختلف عن النشأ في الشكل و الخواص بسبب اختلاف عدد وحدات الكلوكوز المكونة لكل منها واختلاف ترابطها مع بعضها وتعتبر الياف المواد الخشبية و قشور بعض ثمار الفواكه كالتمر المصدر الطبيعي له

البروتينات

تتكون من الكاربون و الهيدروجين و الاوكسجين و النتروجين و احياناً تحتوي على الكبريت والفسفور و المصدر الأساسي لها هو الاجسام الحية و خاصة الحيوية و الأصل اليوناني لكلمة بروتين يعني (Pro) الأول والمقطع الثاني (teins) يعني الأهمية و الأساس و تأتي أهميتها انها تساهم في بناء انسجة المخلوقات الحية وتتكون البروتينات من ارتباط اعداد كبيرة من الاحماض الامينية ترتبط مع بعضها بعد فقدها لجزيئة ماء بالاواصر الاميدية (الببتيدية) و احد طرفي جزيئة البروتين عبارة عن مجموعة كاربوكسيلية و الطرف الأخر امين و في ثناياه عدد من المجاميع الاميدية

الاحماض الامينية Amino Acids

هي الوحدة الأساسية لبناء البروتين و تمثل بالصيغة العامة و تختلف الأحماض الامينية فيما بينها بمجموعة الألكيل التي تقع بين مجموعة الكاربوكسيل و الأمين .

مجموعة الامين
مجموعة الكاربوكسيل

$$H_2N-\underset{R}{\overset{H}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

مجموعة الالكيل

الأنزيمات Anzymes

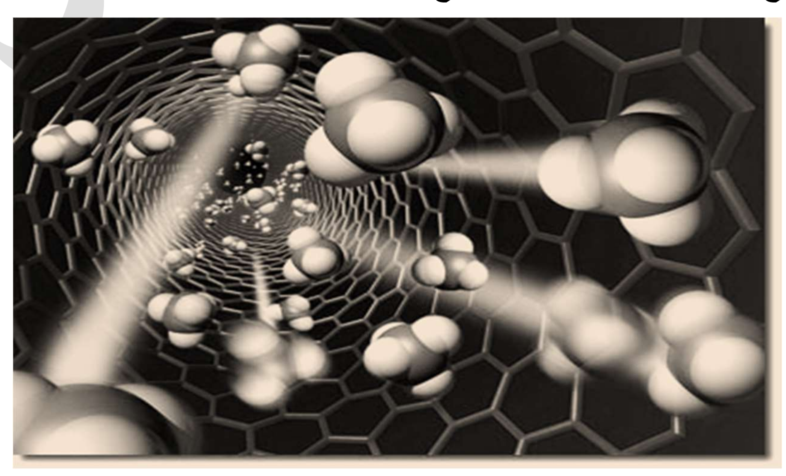
صنف من أصناف البروتينات موجودة في جميع خلايا الجسم كعوامل مساعدة عضوية للتقليل من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل عنه بدون انزيم . وتتكون داخل جسم الكائن الحي وتتجدد بأستمرار لأنها تفقد فاعليتها بمرور الزمن وتتلف بالحرارة ويكون عملها ضمن نطاق معين من PH وتعمل بصورة مستقلة ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم و التمثيل الغذائي و عملية التنفس .

الدهون Lipids

تعتبر المادة الأساسية التي يختزنها الجسم للحصول على الطاقة عند الحاجة اذ ان هضمها و اكسدتها يؤدي الى تحرر كميات من الطاقة توجد في الشحوم الحيوانية و تتركز في الزيوت النباتية كبذور النباتات كالقطن و السمسم .

الصابون

مركبات عضوية لملح الصوديوم او البوتاسيوم للحامض الدهني تحصل عليه من عملية الصوبنة بفعل القواعد القوية كهيدروكسيد الصوديوم او البوتاسيوم مع الزيت او الدهن و يتوقف عمل الصابون على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن .



حل اسئلة الفصل الثامن

س 1 // اختر الاجابة الصحيحة مما يلي :

1- أي المواد التالية ليس مصدرها بروتيناً

أ- جزيء مركب يحتوي على الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والكبريت .
ب- جزيء مركب يحتوي على الكاربون والهيدروجين والنتروجين .
ج- مركب يتفاعل مع الحوامض والقواعد .

2- يتكون جزيء السكروز من وحدات صغيرة هي :

أ- كلوكوز ب- فركتوز ج- كلوكوز وفركتوز .

3- أي من العناصر التالية لايوجد في الحوامض الامينية :

أ- النتروجين ب- الفسفور ج- الاوكسجين د- الكاربون

4- أي من البوليمرات التالية تعد الحوامض الدهنية الوحدة البنائية (المونمر) لها :

أ- البروتينات ب- الكاربوهيدرات ج- اللبيدات (الدهون)

الحل //

1) أ- جزيء مركب يحتوي على الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والكبريت .
2) ج- كلوكوز وفركتوز .
3) ب- الفسفور .
4) ج- اللبيدات (الدهون)

س 2 // علل مايلي :

أ- يعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة .



2015 تمهيدي

ب- تتفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد .

ج- يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة .



2014 دور ثاني	2013 دور اول

الحل //

أ- ان وجود مجاميع الهيدروكسيل الى جانب مجموعة الكاربونيل الكيتونية يكسبه تفاعلات مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيتونات وقابليته للتأكسد بمحلول فهلنك او كاشف تولن التي يخالف فيها الكيتونات .

ب- تحتوي البروتينات في تركيبها الكيميائي على مجموعة كاربوكسيل حامضية ومجموعة امين قاعدية لذلك فهي تتفاعل مع الحوامض والقواعد .

ج- لان هناك الكثير من البروتينات في جسم الكائن الحي تتشابه في تركيبها الكيميائي لكنها تختلف في وضائفها الحيوية

س 3 // اشتبه عليك محلولان احدهما نشأ والاخر كلوكوز , فكيف يمكنك التمييز بينهما في المختبر؟

الحل //

يُعد النشأ بوليمر لوحدة مونمر هي الكلوكوز يمكن التمييز بينها بأستخدام محلول اليود الذي يعطي لوناً ازرق اما الكلوكوز فلا يعطي هذا الكشف .

س 4 // أكمل الجدول التالي

وجه المقارنة	الكلوكوز	الفركتوز
الصيغة الجزيئية		
الصيغة البنائية		
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة		
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة الحلقية (المغلقة)		

الحل //

وجه المقارنة	الكلوكوز	الفركتوز
الصيغة الجزيئية	$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{12}O_6$
الصيغة البنائية المفتوحة	H – C = O HO – C – H H – C – OH H – C – OH H – C – OH CH_2 OH	H H – C – OH C = O HO – C –H HO – C –OH HO – C –OH HO – C –OH H
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة	مجموعة الالديهايد – C – H (C=O) و مجاميع الهيدروكسيل –OH	مجموعة كاربونيل – C – (C=O) مجاميع الهيدروكسيل – OH
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة الحلقية (المغلقة)	مجموعة ايثر C – O – C و مجاميع الهيدروكسيل – OH	مجموعة ايثر C – O – C و مجاميع الهيدروكسيل – OH

تم بحمد الله ....

مع تمنياتنا لكم بالنجاح الدائم و الموفقية

مدرس المادة // مهدي الحسناوي